TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ

YASAMA DÖNEMİ	YASAMA YILI
28	4

SIRA SAYISI: 260

YAPAY ZEKÂNIN KAZANIMLARINA YÖNELİK ATILACAK ADIMLARIN BELİRLENMESİ, BU ALANDA HUKUKİ ALTYAPININ OLUŞTURULMASI VE YAPAY ZEKÂ KULLANIMININ BARINDIRDIĞI RİSKLERİN ÖNLENMESİNE İLİŞKİN TEDBİRLERİN BELİRLENMESİ AMACIYLA KURULAN MECLİS ARAŞTIRMASI KOMİSYONU RAPORU

MART 2026

Not: Bu Sıra Sayısına; elektronik ortamda
https://www.tbmm.gov.tr/yasama/komisyon-raporlari
internet adresindeki sorgu sayfası üzerinden erişilebilmektedir.

Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER i
TABLOLAR LİSTESİ xii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
KISALTMALAR LİSTESİ xiv
TERİMLER LİSTESİ xx
KOMİSYON BAŞKANININ SUNUŞU 1
ÖNERGE METİNLERİ 5
TAKDİM YAZISI 23

KOMİSYONUN KURULUŞU VE ÇALIŞMALARI

A MECLİS ARAŞTIRMASI ÖNERGELERİNİN KONUSU VE ÖZETİ 24
B KOMİSYONUN KURULUŞU, GÖREV SÜRESİ VE KOMİSYON ÜYELERİ 26
C KOMİSYON ÇALIŞMA SÜRECİ HAKKINDA USUL VE ESASLAR 29
D KOMİSYON ÇALIŞMALARI SÜRECİ 30
D.1 Komisyonda Yapılan Toplantıların Konusu, Bilgi Alınanlar ve Tutanaklar 30
D.1.1 14/01/2025 Tarihli Başkan, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip Seçimi 30
D.1.2 28/01/2025 Tarihli (1.) Toplantı 30
D.1.3 04/02/2025 Tarihli (2.) Toplantı 31
D.1.4 11/02/2025 Tarihli (3.) Toplantı 31
D.1.5 18/02/2025 Tarihli (4.) Toplantı 31
D.1.6 25/02/2025 Tarihli (5.) Toplantı 32
D.1.7 11/03/2025 Tarihli (6.) Toplantı 32
D.1.8 18/03/2025 Tarihli (7.) Toplantı 32
D.1.9 25/03/2025 Tarihli (8.) Toplantı 33
D.1.10 08/04/2025 Tarihli (9.) Toplantı 33
D.1.11 15/04/2025 Tarihli (10.) Toplantı 34
D.1.12 22/04/2025 Tarihli (11.) Toplantı 34
D.1.13 30/04/2025 Tarihli (12.) Toplantı 35
D.1.14 13/05/2025 Tarihli (13.) Toplantı 35
D.2 Çalışma Ziyaretleri, Yerinde İncelemeler ve Diğer Faaliyetler 38
D.2.1 03/02/2025 Tarihli TÜBİTAK Ankara Çalışma Ziyareti 38
D.2.2 17/02/2025 Tarihli İstanbul Teknik Üniversitesi ve Koç Üniversitesi Çalışma Ziyareti 41
D.2.3 28/04/2025 Tarihli TOGG/TRUTEK, TOBB ETÜ ve Baykar Çalışma Ziyareti 43
D.2.4 08/05/2025 Tarihli "Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi" Özeti 47
E KOMİSYONDA GÖREVLENDİRİLENLERİN LİSTESİ 74
F KOMİSYONA SUNULAN RAPORLAR VE BELGELER 75
G KOMİSYON ÜYELERİNCE SUNULAN ÖNERİLER/ÖNERGELER 77

BİRİNCİ BÖLÜM
YAPAY ZEKÂ VE TÜRKİYE YAPAY ZEKÂ EKOSİSTEMİ

1.1 ZEKÂ NEDİR? İNSAN ZEKÂSININ BİLİŞSEL ÖZELLİKLERİ NELERDİR? 79
1.2 YAPAY ZEKÂYA GİRİŞ: TANIMLAR, TEMELLER 83
1.2.1 Yapay Zekânın Tarihçesi 86
1.2.2 Yapay Zekâ Kavram Sınıfları 90
1.2.3 Bilimsel ve Mühendislik Temelleri 92
1.2.4 Yapay Zekâ ve Alt Alanları 94
1.2.4.1 Makine Öğrenmesi 95
1.2.4.2 Makine Öğrenmesi Algoritmaları 97
1.3 UZMAN SİSTEMLER 100
1.3.1 Belirsizlik Altında Çıkarım 101
1.4 YAPAY SİNİR AĞLARI 101
1.4.1 İnsan Sinir Hücresi ve Yapay Sinir Ağı Hücresi 102

1.4.2 Derin Öğrenme 113
1.4.2.1 Evrişimsel Sinir Ağları (ESA - CNN) 114
1.4.3 Çok-Ajanlı Sistemler 129
1.5 AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ 134
1.5.1 Hesap Verebilirlik ve Şeffaflık 143
1.5.2 Yapay Zekâ ile İnsan Zekâsının Entegrasyonu (Cyborg AI) 146
1.5.3 Kuantum Yapay Zekâ 147
1.6 VERİ NEDİR 151
1.6.1 Veri Türleri 152
1.6.2 Kategorik Verilerin Kodlanması 154
1.6.3 Boyut İndirgeme Yöntemleri 154
1.6.4 Veri Görselleştirme Araçları ve Teknikleri 154
1.6.5 Eksik Veri Tespiti ve Doldurma 155
1.6.6 Aykırı Değer 155
1.6.7 Veri Bölme: Eğitim / Doğrulama / Test 156
1.7 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ İLE İLGİLİ KAMU DESTEK VE TEŞVİK MEKANİZMALARI 157
1.7.1 On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028 157
1.7.2 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025) 160
1.7.3 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi 161
1.7.4 2026 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 162
1.7.5 Yetenek Gelişimi Destek Program ve Çalışmaları 168
1.7.5.1 Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi 168
1.7.5.2 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Milli Teknoloji Akademisi 169
1.7.5.3 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sektör Kampüste Programı 170
1.7.5.4 Yazan Zekâ Programı 170
1.7.5.5 BTK Akademi 170
1.7.6 TÜBİTAK Destekleri 171
1.7.6.1 Yapay Zekâ Alanında Araştırma Burs Programları 171
1.7.6.2 TÜBİTAK 2232 - Uluslararası Lider Araştırmacılar Programı 172
1.7.6.3 TÜBİTAK 1711 – Yapay Zekâ Ekosistem Çağrıları 173
1.7.6.4 TÜBİTAK 1007 – Kamu Yapay Zekâ Ekosistem Çağrıları 175
1.7.6.5 TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destekleme ve 1812 Yatırımcı Tabanlı Girişimcilik Destek Programları (BiGG) 177
1.7.6.6 TÜBİTAK Uluslararası Destek Programları 177
1.7.6.7 TÜBİTAK Bilim ve Toplum Faaliyetlerinde Yapay Zekâ 178
1.7.7 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB) Ar-Ge Teşvikleri 179
1.7.7.1 Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı 179
1.7.7.2 Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB), Ar-Ge ve Tasarım Merkezi Destekleri 181
1.7.7.3 Teknogirişim Sermayesi Programı 182
1.7.7.4 Kalkınma Ajansları Programı 182
1.7.7.5 Veri Merkezi Teşvikleri 182
1.7.7.6 KOSGEB Destekleri 183
1.7.7.7 Sektörel Türkçe Büyük Dil Modeli Çağrısı 183
1.7.7.8 Sağlık Bakanlığı TÜSEB TÜYZE Yapay Zekâ Proje Çağrıları 184
1.8 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ ÇALIŞMALARI VE PROJELERİ 184
1.8.1 Araştırma Merkezleri ve Altyapılar 184
1.8.1.1 TÜBİTAK Destekli Öncül Araştırma Laboratuvarları 185
1.8.1.2 Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE) 185
1.8.1.3 MESS Teknoloji Merkezi 186
1.8.1.4 Yapay Zekâ Fabrikası 186
1.8.2 Üniversite ve Özel Araştırma Merkezleri 187
1.8.3 TÜBİTAK ULAKBİM Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı (TRUBA) 188
1.8.4 İTÜ Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UHeM) 190
1.8.5 Kamu Yapay Zekâ Projeleri 190

1.8.5.1 Adalet Bakanlığı 191
1.8.5.2 Anadolu Ajansı 192
1.8.5.3 Hazine ve Maliye Bakanlığı 193
1.8.5.4 Milli Eğitim Bakanlığı 194
1.8.5.5 Tarım ve Orman Bakanlığı 197
1.8.5.6 Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı 200
1.8.5.7 TÜBİTAK – BİLGEM 207
1.8.5.8 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 209
1.8.5.9 Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) 210
1.8.5.10 Sağlık Bakanlığı 210
1.8.5.11 BTK Projeleri 212
1.9 2025 YILI YATIRIM PROGRAMINDA BULUNAN YAPAY ZEKÂ İÇERİKLİ PROJELER 212
1.9.1 Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 212
1.9.2 Hazine ve Maliye Bakanlığı 213
1.9.3 İçişleri Bakanlığı 214
1.9.4 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 214
1.9.5 Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 215
1.10 STK VE ÖZEL SEKTÖR ÇALIŞMALARI 216
1.10.1 STK Çalışmaları 216
1.10.2 Özel Sektör Projeleri 219
1.10.2.1 TÜBİTAK Destekli Özel Sektör Projeleri 219
1.11 ORTAK OLUNAN ULUSLARARASI PROJELER 221
1.12 TÜRKİYE'DEKİ YAPAY ZEKÂ POLİTİKA ÇALIŞMALARI 221
1.12.1 Yapay Zekâ Odaklı Ülke Stratejisine Doğru 221
1.12.1.1 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı 221
1.12.1.2 Kişisel Veri Odağında Yeni Bir İdari Yapılanma: Kişisel Verileri Koruma Kurumu 222
1.12.1.3 Kişisel Verileri Koruma Kurumu Tarafından Yapay Zekâ Alanında Yürütülen Çalışmalar 225
1.12.2 Akıllı Üretim Sistemleri Odağında Yapay Zekâ Teknolojileri için Stratejik Başlangıç: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Kararı 226
1.12.3 Onuncu Kalkınma Planı Çerçevesinde 2018 Yılı Programı: Yapay Zekânın İmalat Sektöründeki Önemi 227
1.12.4 Yapay Zekâ Ekseninde Bir İdari Yapılanma: Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi 227
1.12.4.1 Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Tarafından Yürütülen Çalışmalar 229
1.12.4.2 Ulusal ve Uluslararası Politika ve Rapor Çalışmaları 230
1.12.4.3 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) Bünyesinde Yürütülen Çalışmalar 234
1.12.4.4 NATO- Veri ve YZ Gözden Geçirme Kurulu (Data and AI Review Board - DARB) 236
1.12.4.5 Düzenleme Çalışmaları 237
1.12.4.6 Projeler ve Diğer Çalışmalar 241
1.12.4.7 2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 247
1.12.4.8 On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) 247
1.12.4.9 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi 249
1.12.4.10 Milli Teknoloji Hamlesi Doğrultusunda İdari Yapılanma Değişikliği: Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü 249
1.12.4.11 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 251
1.12.4.12 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 252
1.12.5 TÜBİTAK Yapay Zekâ Enstitüsü 253
1.13 ÖNERİLER 256
1.13.1 Ulusal Veri Stratejisi 256
1.13.2 Yatırım, Finansman ve Altyapı 257
1.13.3 İnsan Kaynağı ve Beceri Dönüşümü 258
1.13.4 Uluslararası İşbirlikleri ve Diplomasi 259
1.13.5 Güvenilirlik, Etik ve Güvenlik 260

İKİNCİ BÖLÜM
YAPAY ZEKÂNIN KAZANIMLARI

2.1 EKONOMİK KAZANIMLAR....262
2.1.1 Sektörel Dönüşüm ve Verimlilik Artışı....262
2.1.1.1 Makroekonomik Etki Analizi....262
2.1.1.2 İmalat Sektöründe Verimlilik Dönüşümü....263
2.1.1.3 Hizmet Sektöründe Yapay Zekâ Entegrasyonu....265
2.1.1.4 Tarım Sektöründe Dijital Dönüşüm....267
2.1.1.5 Enerji Sektöründe Optimizasyon....269
2.1.1.6 Sağlık Ekonomisinde Yapısal Dönüşüm....271
2.1.1.7 Verimlilik Artışının Uluslararası Rekabete Etkisi....273
2.1.1.8 Yatırım ve Faaliyet Maliyetlerinin Optimizasyonu....275
2.1.1.9 Büyük Veri ve Yapay Zekâ Destekli Karar Verme ve Stratejik Planlama....277
2.1.2 Yeni İş Alanları ve Girişimcilik Fırsatları....279
2.1.2.1 YZ Ekosisteminde Ortaya Çıkan Yeni Meslekler....280
2.1.2.2 Veri Ekonomisinde Değer Yaratma....282
2.1.2.3 YZ Tabanlı Girişimlerin Ekosistemi....285
2.1.2.4 Teknoloji Transferi ve Yerli Teknoloji Gelişimi....286
2.1.2.5 Risk Sermayesi ve Finansman Mekanizmaları....288
2.1.2.6 Girişimcilik Ekosistemine Destek Mekanizmaları....291
2.1.2.7 Küresel Pazara Açılım Stratejileri....292
2.1.3 Kamu Ekonomisine Katkıları....294
2.1.4 Ekonomik Kazanımları Artırmaya Yönelik Öneriler....297
2.2 SOSYAL KAZANIMLAR....301
2.2.1 Sağlık Alanında Kazanımlar....301
2.2.1.1 Yapay Zekânın Sağlık Hizmetlerindeki Dönüştürücü Rolü....301
2.2.1.2 Teşhis ve Tanıda Devrim: Hız ve Doğruluk....302
2.2.1.3 Tedavi Süreçlerinin Kişiselleştirilmesi....303
2.2.1.4 Operasyonel Verimlilik ve Kaynak Yönetimi....303
2.2.1.5 İlaç Geliştirme ve Klinik Araştırmaların Hızlandırılması....304
2.2.1.6 Tanısal Uygulamalarda Güncel Kazanımlar ve Uluslararası Örnekler....304
2.2.1.7 Radyolojide Yapay Zekâ....305
2.2.1.7.1 Görüntü Yorumlama Sürelerinin Kısaltılması ve Verimlilik Artışı....305
2.2.1.7.2 Tanısal Doğruluk Oranlarındaki İyileşmeler....305
2.2.1.8 Uygulamadaki Zorluklar: Yanlış Pozitifler ve Entegrasyon Sorunları....306
2.2.1.9 Patolojide Dijital Dönüşüm....306
2.2.1.9.1 Tüm Slayt Görüntüleme (WSI) ve Otomatik Analiz....306
2.2.1.9.2 Kanser Teşhisinde Artan Hassasiyet ve Standardizasyon....307
2.2.1.10 Türkiye'den Başarı Örnekleri: Türk Beyin Projesi....307
2.2.1.10.1 Projenin Kapsamı ve Paydaşları....307
2.2.1.10.2 Beyin MR Görüntülerinde Gerçek Zamanlı Anomali Tespiti, Klinik Etki ve Uluslararası Tanınırlık....307
2.2.1.11 Tedavinin Geleceği: Kişiselleştirilmiş Tıp ve İlaç Geliştirme....309
2.2.1.12 Genomik Veri Analizi ve Kişiye Özel Tedavi Planları....310
2.2.1.12.1 Omik Verilerin Entegrasyonu ile Hastalık Risk Tahmini....310
2.2.1.12.2 Genetik, Klinik ve Yaşam Tarzı Verilerinin Bütünleşik Analizi....310
2.2.1.13 İlaç Keşfi ve Geliştirme Süreçlerinde Yapay Zekâ....311
2.2.1.13.1 Hedef Tespiti ve Molekül Tasarımında Yapay Zekâ Platformları....311
2.2.1.13.2 Klinik Araştırmalarda Verimlilik: Hasta Seçimi ve Süreç Optimizasyonu....311
2.2.1.13.3 Sektörel Raporlar ve Ekonomik Etki Değerlendirmesi....312
2.2.1.14 Sağlık Kuruluşlarında Operasyonel Mükemmellik....312
2.2.1.14.1 Hasta Akışı ve Yatak Yönetiminin Optimizasyonu....313
2.2.1.14.2 Personel Planlama ve Görev Dağılımı....313
2.2.1.14.3 Türkiye'deki Hastanelerde Potansiyel Uygulama Alanları....315

2.2.1.15 Öneriler....316
2.2.2 Eğitim Alanında Kazanımlar....317
2.2.2.1 Öğretim ve Öğretmen....319
2.2.2.1.1 Yeterli seviyede öğretmen kapasitesi....319
2.2.2.1.2 İdari ve değerlendirme süreçlerinin yükü....320
2.2.2.1.3 Dijital kaynaklara erişim ve yetkinlik kapasitesi....321
2.2.2.2 Öğrenme ve Öğrenci....323
2.2.2.3 Yönetim ve Eğitim Kurumları....328
2.2.2.4 Sonuç ve Öneriler....329
2.2.3 Kamu Hizmetlerinde Etkinlik ve Verimlilik....335
2.2.3.1 Yasama Alanında Kazanımlar....335
2.2.3.1.1 Yapay Zekânın Yasama Süreçlerinde Sağladığı Temel Kazanımlar....335
2.2.3.1.2 Türkiye'deki Örnekler ve Ulusal Gelişmeler....341
2.2.3.1.3 Öneriler....342
2.2.3.2 İdare Alanında Yapay Zekâ Kazanımları....343
2.2.3.2.1 Kamu İdaresi Modernizasyonu ve Dijital Dönüşüm Kapsamındaki Gelişmeler....344
2.2.3.2.2 Verimlilik Artışı ve Maliyet Optimizasyonu Kapsamındaki Kazanımlar....346
2.2.3.2.3 Vatandaş Memnuniyeti Artışı ve Bürokrasiyi Azaltma Süreçleri....348
2.2.3.2.4 Karar Destek Sistemleri ve Veri Analizi Uygulamalarının Gelişimi....349
2.2.3.2.5 Öneriler....351
2.2.3.3 Yapay Zekânın Sosyal Kazanımları: Hukuk Alanında Etkinlik Ve Verimlilik....353
2.2.3.3.1 Giriş....353
2.2.3.3.2 Hukuki Süreçlerde Otomasyon ve Hızlanma....353
2.2.3.3.2.1 Arjantin – PROMETEA & ChatGPT....354
2.2.3.3.2.2 Brezilya – "Victor" Projesi....354
2.2.3.3.2.3 Hindistan – Yüksek Mahkeme Otomasyon Girişimleri....354
2.2.3.3.3 Kamu Hukuk Hizmetlerinde Erişilebilirliğin Artırılması....355
2.2.3.3.3.1 Singapur – iLAB Chatbot....355
2.2.3.3.3.2 Çin – Yapay Zekâ Hukuk Danışmanı....355
2.2.3.3.4 Hukuki Verilerin Analizi ve Karar Destek Sistemleri....356
2.2.3.3.4.1 ABD – COMPAS Risk Değerlendirme Sistemi....356
2.2.3.3.4.2 ABD – Lex Machina İçtihat Analiz Sistemi....356
2.2.3.3.4.3 Kanada – Blue J Hukuk Öngörü Sistemi....356
2.2.3.3.4.4 Avrupa – İçtihat Analizinde Öngörücü Modeller....357
2.2.3.3.4.5 Hindistan – SUPACE Karar Destek Platformu....357
2.2.3.3.5 E-Adalet Sistemleri ve Dijital Dönüşüm....358
2.2.3.3.5.1 Çin – İnternet Mahkemeleri ve "Akıllı Mahkeme"....358
2.2.3.3.6 Suç Önleme ve Hukuki Denetimde Yapay Zekâ Kullanımı....358
2.2.3.3.6.1 İngiltere – HART Risk Analizi (Durham)....359
2.2.3.3.6.2 Brezilya – "Alice" Yolsuzluk Tespit Botu....359
2.2.3.3.7 Avukatlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ Kullanımı....360
2.2.3.3.7.1 Uluslararası Hukuk Büroları – Harvey (Generative AI)....360
2.2.3.3.7.2 Banka Hukuk Birimi – JPMorgan "COIN"....361
2.2.3.3.7.3 ABD / İngiltere – DoNotPay "Robot Avukat"....361
2.2.3.3.8 Yapay Zekânın Hukukta Çoğalan Kullanım Alanları....362
2.2.3.3.8.1 Kanada – Smartsettle ONE Arabuluculuk Platformu....362
2.2.3.3.9 Türkiye Adalet Sisteminde Yapay Zekâ....362
2.2.3.3.9.1 Adalet Bakanlığı Yapay Zekâ Projeleri....362
2.2.3.3.9.1.1 Yapay Zekâ ile Evrak Sınıflandırma....363
2.2.3.3.9.1.2 CBS Örgüt Tahmin Sistemi (Terör)....363
2.2.3.3.9.1.3 Yüklenen Görüntülerden Argo ve Nesne Tespiti Projesi....363
2.2.3.3.9.1.4 E-Tebligat Otomasyonu....364
2.2.3.3.9.2 Yargıtay Yapay Zekâ Uygulamaları....364
2.2.3.3.10 Türkiye'de Adalet Sistemine Yönelik Akademik Yapay Zekâ Projeleri....365
2.2.3.3.10.1 Türkiye Adalet Akademisi – Yapay Zekâ Destekli Dijital Dönüşüm Projesi....365

2.2.3.3.10.2 Sakarya Üniversitesi – Hak İhlali Karar Tahmin Motoru (HAKTAM) Projesi....365
2.2.3.3.10.3 Bilkent Üniversitesi – Hukuk Metinlerinde Yapay Zekâ ile Karar Tahmini Projesi....365
2.2.3.3.11 Türkiye'de Özel Sektör Tarafından Geliştirilen Hukuk ile İlgili Yapay Zekâ Projeleri....366
2.2.3.3.11.1 Leagle – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu....366
2.2.3.3.11.2 Son Karar – Yapay Zekâ Destekli İçtihat Arama Motoru....366
2.2.3.3.11.3 LEXPERA – LEXI Yapay Zekâ Asistanı....367
2.2.3.3.11.4 HukukChat – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu....367
2.2.3.3.11.5 Tebli – Akıllı E-Tebligat Yönetim Platformu....368
2.2.3.3.11.6 DavaSonuç – Yargı Karar Tahmin Sistemi....369
2.2.3.3.12 Hukukta Yapay Zekâ Projelerinin Başarısı İçin Öneriler....369
2.2.4 Yaşam Kalitesinin Artırılmasında, Engelli Bireylerin Toplumsal Katılımlarının Güçlendirilmesinde ve Sosyal Refah Artışında Yapay Zekâ Kazanımları....370
2.2.4.1 Yapay Zekâ Destekli Sosyal Hizmet Sunumu ve Kamusal Refah Sistemleri....371
2.2.4.2 Özel Gruplar İçin Kişiselleştirilmiş Yapay Zekâ Çözümleri....372
2.2.4.2.1 Yaşlı Bakım Alanında Yapay Zekâ Çözümleri....372
2.2.4.2.2 Engelli Bireyler İçin Yapay Zekâ Çözümleri....373
2.2.4.3 Zihinsel Sağlık ve Sosyal Bağlılık....375
2.2.4.4 Ekonomik Kazanımların Sosyal Refaha Dönüşümü....377
2.2.4.5 Sürdürülebilir Sosyal Refah Sistemleri....378
2.2.4.6 Öneriler....379
2.2.5 Kültürel Miras ve Sanatsal Üretimde Yapay Zekâ Kazanımları....380
2.2.5.1 Mevcut Teknolojik Durum ve Benimseme Eğilimleri....381
2.2.5.2 Miras Koruma ve Dijitalleştirme Uygulamaları....382
2.2.5.3 Sanatsal Üretim ve Yaratıcı Endüstri Dönüşümü....384
2.2.5.4 Ekonomik Etki ve Pazar Dinamikleri....385
2.2.5.5 Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Entegrasyonu....386
2.2.5.6 Öneriler....387
2.2.6 Yapay Zekânın Tarıma Etkileri....388
2.2.6.1 Yapay Zekânın Tarıma Mevcut Katkıları....389
2.2.6.1.1 Hassas Tarım Teknolojileri ile Kaynak Verimliliğinde İyileşmeler....389
2.2.6.1.2 Otonom Sistemler ile İşgücü Açığını Giderme....390
2.2.6.1.3 Tarımsal Tedarik Zinciri Sistemleri....390
2.2.6.2 Yapay Zekânın Potansiyel Katkıları....391
2.2.6.2.1 Gelişmiş Robotik ile Çiftlikte Tam Otomasyon İmkanı....391
2.2.6.2.2 Yapay Zekâ Destekli Dikey Tarım Sistemlerinin Yaygınlaşması....392
2.2.6.2.3 Tarımda Yapay Zekâ Destekli Emisyon Yönetimi ve İklim Uyumu....393
2.2.6.2.4 Yapay Zekâ ile İklim Şartlarına Dirençli Tarım Ürünleri Geliştirme....393
2.2.6.3 Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Yapay Zekâ Vizyonu: Amaçlar, Mevcut Uygulamalar ve Gelecek Projeleri....394
2.2.6.4 Yapay Zekânın Tarım Sektörü İçin Oluşturduğu Tehditler....396
2.2.6.4.1 Tarım Sektörü Mensupları İçin Tehditler....397
2.2.6.4.2 Dijital Teknolojiler Kaynaklı Tehditler....397
2.2.6.4.3 Kırsal Kesimdeki Dijital Altyapı Eksiklikleri ve Sosyal Etkileri....399
2.2.6.4.4 Tarımsal YZ Teknolojilerinde Mevzuat ve Standardizasyon Sorunları....399
2.2.6.5 Tarımsal Yapay Zekâ Uygulamalarında Fırsat ve Risk Yönetimi....400
2.3 BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK KAZANIMLAR....403
2.3.1 Bilimsel Araştırma Süreçlerinin Yapay Zekâ ile Dönüşümü....404
2.3.1.1 Bilgi Keşfi ve Literatür Sentezi: Yapay Zekâ Destekli Araştırma Asistanları....404
2.3.1.2 Hipotez Üretimi ve Otonom Deney Tasarımı....406
2.3.1.3 Veri Analizi, Modelleme ve Simülasyonun Hızlandırılması....407
2.3.1.4 Bilimsel Yazım, Raporlama ve Yayım Süreçlerinin Otomasyonu....409
2.3.2 Belirli Bilim ve Teknoloji Alanlarındaki Önemli Kazanımlar....410
2.3.2.1 Yaşam Bilimleri ve İlaç Keşfi....410

2.3.2.2 Malzeme Bilimi ve Mühendisliği: Akıllı Malzemelerin Keşfi ve Yeni Nesil Laboratuvarlar....412
2.3.2.3 Otomotiv, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Gibi İleri Mühendislik Alanları....413
2.3.3 Bilim ve Teknoloji Yönetiminde Yapay Zekâ Uygulamaları....414
2.3.3.1 Ar-Ge Verimliliği, İnovasyon Hızı ve Ekonomik Etki....414
2.3.3.2 Laboratuvar ve Deney Ortamlarının Akıllı Yönetimi....415
2.3.3.3 Kaynak Yönetiminin Optimizasyonu....416
2.3.4 Bilimin Bilimi (Science of Science - SoS) Perspektifinden Yapay Zekâ....418
2.3.5 Öneriler....420
2.4 ÇEVRESEL KAZANIMLAR....421
2.4.1 Enerji Verimliliği ve Kaynak Yönetimi....421
2.4.2 Biyoçeşitliliğin Korunması ve İzlenmesi....423
2.4.3 Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim....426
2.4.4 Riskler ve Öneriler....427
2.5 STRATEJİK KAZANIMLAR....432
2.5.1 Ulusal Güvenlik ve Siber Savunma....432
2.5.2 Dijital Diplomasi ve Uluslararası İşbirlikleri....434
2.5.3 Kriz Yönetimi ve Afet Müdahale Sistemleri....435
2.5.4 Stratejik Karar Alma Süreçlerinde Analitik Destek....437

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
YAPAY ZEKÂNIN RİSKLERİ

3.1 KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE YAKLAŞIM....444
3.2 YAPAY ZEKÂYA ÖZGÜ TEMEL RİSKLER....446
3.2.1 Etik İlkeler ve Riskler....453
3.2.1.1 Etik, Ahlak, Hukuk ve Yapay Zekâ....453
3.2.1.1.1 Etik, Ahlak ve Hukuk Arasındaki İlişki....453
3.2.1.1.2 Etiğin Yapay Zekâ Hukuku Bakımından Önemi....456
3.2.1.1.3 Yapay Zekâ Etik İlkelerinin Uygulanmasındaki Zorluklar....456
3.2.1.2 Yapay Zekâ Etik İlkeleri....458
3.2.1.2.1 Uluslararası Yapay Zekâ Etik İlkeleri ile UYZS Odağında Karşılaştırmalı İnceleme....460
3.2.1.2.2 Yapay Zekâ Etik İlkelerinin İçeriği ve Kapsamı....462
3.2.1.3 Etik Riskler....471
3.2.1.3.1 Kişisel Verilere İlişkin Riskler....471
3.2.1.3.1.1 Anonimleştirme ve Yeniden Tanımlanabilirlik Riskleri....473
3.2.1.3.1.2 Aydınlatma, Şeffaflık ve Veri İşlemeye Dair Hesap Verebilirlik Riskleri....476
3.2.1.3.1.3 Profilleme, Otomatik Karar Alma ve Ayrımcılık Riskleri....477
3.2.1.3.1.4 Veri Güvenliğine İlişkin Riskler ve Veri Yerelleştirme....479
3.2.1.3.2 Algoritmik Önyargı, Ayrımcılık ve Adaletsizlik....480
3.2.1.3.2.1 Algoritmik Önyargının Kaynakları....481
3.2.1.3.2.2 Temsil ve Ölçüm Önyargısı....482
3.2.1.3.2.3 Ayrımcı Veri Elde Etme Uygulamaları....483
3.2.1.3.2.4 Model Tasarımı ve Eğitim Sürecinde Adaletsizlik....485
3.2.1.3.2.5 Otomatik Karar Alma Sistemlerindeki Etkiler....486
3.2.1.3.2.6 Algoritmik Şeffaflık Eksikliği....487
3.2.1.3.3 Sorumluluk ve Hesap Verebilirlik Sorunları....488
3.2.1.3.3.1 Karar Alma Süreçlerinde Şeffaflık Eksikliği....489
3.2.1.3.3.2 Hukuki Sorumluluk Zincirinin Belirsizliği....490
3.2.1.3.3.3 Otomatik Sistem Hataları ve Güvenlik....490
3.2.1.3.4 Şeffaflık ve Açıklanabilirlik Riskleri....491
3.2.1.3.4.1 Toplumsal Güven ve Meşruiyet Kaybı Riski....492
3.2.1.3.4.2 Sorumluluk Zincirinin Kopması ve Hesap Verebilirlik Açığı Riski....493
3.2.1.3.4.3 Algoritmik Ayrımcılık, Adaletsizlik ve Önyargı Riski....494
3.2.1.3.4.4 Kritik Alanlarda Güvenlik ve Zarar Riski....494

3.2.1.3.5 Etik YZ Çerçevesi Oluşturulmasına ilişkin Öneriler 495
3.2.1.3.5.1 Çok Katmanlı Yasal ve Etik Çerçevenin Oluşturulmasına İlişkin 495
3.2.1.3.5.2 Teknik ve Kurumsal Önlemlerin Güçlendirilmesine İlişkin 496
3.2.1.3.5.3 Şeffaflık, Katılım ve Toplumsal Güvenin Artırılmasına İlişkin 496
3.2.2 Sosyal ve Sosyoekonomik Riskler 497
3.2.2.1 Sosyal Eşitsizliklerin Artması ve Dijital Uçurum 499
3.2.2.2 Teknolojiye Erişim 500
3.2.2.3 Yapay Zekâ Sistem Güvenirliği 500
3.2.2.4 İşsizlik ve İşgücü Piyasasındaki Dönüşüm 504
3.2.2.5 Yapay Zekânın Sosyal Riskleri: İnsan-Makine İlişkileri ve Sosyal İzolasyon 512
3.2.2.5.1 İnsan-Makine İlişkileri 512
3.2.2.5.2 Yapay Zekâ Çağında Sosyal İzolasyon 514
3.2.2.5.3 İnsan-Makine İlişkileri ve İzolasyona Dair Sosyal Risklerin Azaltılması 516
3.2.2.6 Yapay Zekânın Sosyal Riskleri: Dezenformasyon, Manipülasyon ve Güven Krizi 518
3.2.2.6.1 Yapay Zekâ Kaynaklı Dezenformasyon 518
3.2.2.6.2 Yapay Zekâ Kaynaklı Manipülasyon 521
3.2.2.6.3 Dijital Çağda Güven Krizi 524
3.2.3 Güvenlik Riskleri 527
3.2.3.1 Veri Kaynaklı Güvenlik Riskleri 528
3.2.3.1.1 Veri Zehirlenmesi 528
3.2.3.1.2 Veri İhlali 530
3.2.3.1.3 Yeniden Yapılandırma Saldırıları (Reconstruction Attacks) 530
3.2.3.1.4 Veride Önyargı 533
3.2.3.1.5 Üyelik Çıkarımı Saldırıları 533
3.2.3.1.6 Veri Tahrifatı 534
3.2.3.1.7 Genelleme Hataları ve Veri Duyarlılığı 535
3.2.3.1.8 Türkiye Bağlamında Veri Temsiliyeti ve Politika Önerileri 536
3.2.3.2 Model ve Algoritma Kaynaklı Riskler 537
3.2.3.2.1 Algoritmik Önyargı 537
3.2.3.2.2 Model Açıklanabilirliği ve Anlaşılabilirlik Eksiklikleri 538
3.2.3.2.3 Türkiye Bağlamında Uygulama ve Politika Önerileri 539
3.2.3.2.4 Model Güvenliği ve Adversary (Saldırı) Riskleri 540
3.2.3.2.4.1 Adversarial Examples (Kötücül Girdilerle Manipülasyon) 540
3.2.3.2.5 Model Çıkarma (Extraction) Saldırısı 541
3.2.3.2.5.1 Model Tersine Çevirme (Model Inversion) Saldırısı 543
3.2.3.2.5.2 Model Zehirleme Saldırısı 544
3.2.3.2.5.3 Ağırlık Zehirleme Saldırısı 545
3.2.3.2.5.4 Türkiye Bağlamında Uygulama ve Politika Önerileri 546
3.2.3.3 Operasyonel Süreçler Kaynaklı Riskler 546
3.2.3.3.1 Yan-Kanal Atakları 547
3.2.3.3.2 Sistemsel Arızalar ve İş sürekliliği 548
3.2.3.3.3 Kalitesiz Veri ve Ortam Değişikliği 548
3.2.3.3.4 Model Güncellemeleri ve Sürüm Yönetimi Eksikliği 548
3.2.3.3.5 İnsan-Makine Etkileşiminden Kaynaklı Sorunlar 548
3.2.3.3.6 Tedarik Zinciri Bağımlılıkları ve Teknolojiden Kaynaklı Riskler 548
3.2.3.3.6.1 Çip Yetersizliği ve Donanım Bağımlılığı 549
3.2.3.3.6.2 Tedarik Zinciri Kırılganlıkları ve Jeopolitik Riskler 550
3.2.3.3.6.2.1 Yapay Zekâ Geliştirme Sürecinde Tedarik Zinciri Bağımlılığı 550
3.2.3.3.6.2.2 Jeopolitik Gerilimlerin Teknolojiye Yansıması 551
3.2.3.3.6.3 Türkiye Bağlamında Değerlendirme 551
3.2.3.3.7 Yasal ve Düzenleyici Uyum Sorunları 552
3.3 RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ 552
3.3.1 İzleme ve Sürekli Değerlendirme 556
3.3.2 Kurumlar Arası Koordinasyon 556
3.3.3 Etik Kurullar ve Rehber İlkeler 557

3.4 SONUÇ VE ÖNERİLER 557
3.4.1 Uluslararası Eğilimler ve Türkiye İçin Değerlendirme 557
3.4.1.1 Uluslararası Eğilim 557
3.4.1.2 Türkiye'de Mevcut Durum 560

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
YAPAY ZEKÂNIN HUKUKİ ÇERÇEVESİ VE MEVZUAT

4.1 ULUSLARARASI DÜZLEMDE YAPAY ZEKÂ REGÜLASYONU 563
4.1.1 Birleşmiş Milletler Nezdinde Yapay Zekâ Yönetişimi 563
4.1.2 Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Haklar, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye'nin Katkıları 566
4.1.2.1 Yapay Zekâ Geçici Komitesi (CAHAI) Süreci 567
4.1.2.2 Yapay Zekâ Komitesi (CAI) Süreci 569
4.1.2.3 CAI Sürecinde Türkiye Tarafından Yürütülen Çalışmalar 570
4.1.2.4 Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi'ne Genel Bakış 572
4.1.2.5 Çerçeve Sözleşme'nin Taraf Devletler İçin Öngördüğü Yükümlülükler 574
4.1.2.5.1 Genel Yükümlülükler 575
4.1.2.5.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Yaşam Döngüsü İçindeki Faaliyetlerle İlgili İlkeler 575
4.1.2.5.3 Çözüm Yolları ve Usul Güvenceleri 576
4.1.2.5.4 Risklerin ve Olumsuz Etkilerin Değerlendirilmesi ve Azaltılması 577
4.1.2.5.5 Çerçeve Sözleşme'nin Uygulanması 577
4.1.2.5.6 Takip Mekanizması ve İş Birliği 577
4.1.2.6 Çerçeve Sözleşme'nin Yürürlüğe Girmesi 578
4.2 ULUSAL VE BÖLGESEL YAPAY ZEKÂ REGÜLASYON ÇALIŞMALARI VE ÖRNEK UYGULAMALAR 579
4.2.1 Avrupa Birliği'nde Yapay Zekâ Regülasyonu 579
4.2.1.1 Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü 580
4.2.1.1.1 Yapay Zekâ Tüzüğü Yasama Süreci 582
4.2.1.1.2 Kapsam 583
4.2.1.1.2.1 Yapay Zekâ Sistemi ve Genel Amaçlı Yapay Zekâ Modeli 583
4.2.1.1.2.2 YZT Kapsamındaki Operatörler 584
4.2.1.1.2.3 YZT'nin Yer Bakımından Uygulanması 584
4.2.1.1.2.4 İstisnalar 584
4.2.1.1.3 Risk Odaklı Yaklaşım 585
4.2.1.1.3.1 Yapay Zekâ Sistemleri için Getirilen Risk Sınıflandırması ve Hukuki Sonuçları 585
4.2.1.1.3.2 Genel Amaçlı Yapay Zekâ Modelleri için Getirilen Sınıflandırma ve Hukuki Sonuçları 595
4.2.1.1.4 Yönetişim ve Uygulama 597
4.2.1.2 Avrupa Birliği Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası Girişimi 598
4.2.1.3 Avrupa Birliği Hukukunda Veriye İlişkin Hukuki Çerçeve 600
4.2.1.3.1 Açık Veri Yönergesi 600
4.2.1.3.2 Avrupa Veri Stratejisi 601
4.2.1.3.3 AB Veri Tüzüğü 602
4.2.1.3.3.1 Veri Paylaşımı ve Kamu-Özel Sektör Ayrımı 603
4.2.1.3.3.2 Veri Taşınabilirliği ve KOBİ'ler İçin Fırsatlar 603
4.2.1.3.3.3 Kullanıcıların Verileri Üzerindeki Etkin Kontrolü 604
4.2.1.3.4 AB Veri Yönetişimi Tüzüğü 604
4.2.1.3.4.1 DGA'nın Veri Tüzüğü ve Açık Veri Yönergesi ile Karşılaştırılması 605
4.2.2 ABD'de Yapay Zekâ Regülasyonu 606
4.2.2.1 Federal Düzeydeki Çalışmalar 606
4.2.2.2 Eyalet Düzeyindeki Çalışmalar 613
4.2.3 Körfez Ülkelerinde Yapay Zekâ Regülasyon Örnekleri 615
4.2.4 Güneydoğu Asya'da Yapay Zekâ Regülasyonu Örnekleri 616

4.3 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ BAĞLAMINDA UYGULANABİLECEK MEVCUT HUKUKİ ÇERÇEVE 619
4.3.1 Yapay Zekâ, Kişisel Verilerin Korunması ve Mahremiyet 621
4.3.1.1 Mahremiyetin ve Kişisel Verilerin Korunmasının Gelişim Çizgisi 622
4.3.1.2 Kişisel Verilerin Korunmasının Anayasal Çerçevesi 626
4.3.1.2.1 Kişisel Veri ve Mahremiyet Kavramlarının Yapay Zekâ Bağlamında Değerlendirilmesi 631
4.3.1.3 Yapay Zekâ Teknolojilerinin KVKK Kapsamında Değerlendirilmesi 633
4.3.1.3.1 KVKK'nın Amacı ve Kapsamı Doğrultusunda Yapay Zekâ Tabanlı Kişisel Veri İşleme Faaliyetleri 633
4.3.1.3.2 Veri İşlemenin Amacının Tespiti ve Genel Veri Koruma İlkeleri 635
4.3.1.3.3 Veri İşleme Şartlarının Belirlenmesi 637
4.3.1.3.4 Veri İşleme Şartları Bakımından Karşılaşılabilecek Olası Problemler 643
4.3.1.3.5 Aydınlatma Yükümlülüğüne Uyumun Sağlanması 645
4.3.1.3.6 Veri Güvenliğinin Sağlanması 645
4.3.1.3.7 İlgili Kişi Haklarının Yapay Zekâ Karşısındaki Durumu 646
4.3.1.3.8 Veri Sorumlularının Yapay Zekâ Kaynaklı Olası Ek Yükümlülükleri 647
4.3.2 Türkiye'de Veriye İlişkin Genel Çerçeve: Mevcut Mevzuat Bulguları 650
4.3.2.1 Yürürlükteki Veri Düzenlemeleri 652
4.3.2.1.1 Resmî İstatistik Süreçleri Kapsamında İşlenen Veriler 652
4.3.2.1.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığıyla İşlenen Coğrafi Veriler 653
4.3.2.1.3 Kamu Kurumları Arası Veri Paylaşımı 655
4.3.2.1.4 Sektör Özelindeki Düzenlemeler: Elektronik Haberleşme, E-Ticaret ve Bankacılık 656
4.3.2.1.5 Kamu Kurumları Tarafından Münferit Şekilde Belirlenen Veri Paylaşım Kriterleri 658
4.3.2.1.6 Veri Yerelleştirilmesine İlişkin Düzenlemeler Kapsamında Uluslararası Veri Aktarımı İçin Belirlenen Kısıtlar 659
4.3.2.2 Ulusal Seviyede Veri Yönetişiminin Güçlendirilmesine Yönelik Politika Hedefleri 662
4.3.2.2.1 On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) Stratejik Hedefleri ve Tedbirleri 662
4.3.2.2.2 2024 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 663
4.3.2.2.3 2025 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 664
4.3.2.3 Türkiye'de Veri Yönetişiminin Güçlendirilmesine Yönelik Stratejik ve Hukuki Çalışmalar 665
4.3.2.3.1 Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu 666
4.3.2.3.1.1 Politikalar, Mevzuat ve Düzenlemeler 667
4.3.2.3.1.2 Kurumlar, Mekanizmalar ve Süreçler 667
4.3.2.3.2 Açık Veri 669
4.3.2.3.3 Ulusal Veri Stratejisi 672
4.3.2.3.4 Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu Konulu Taslak Genelge Çalışması 673
4.3.3 Yapay Zekâ ve Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku İlişkisi 674
4.3.3.1 Fikri Eserlerin Yapay Zekâ Geliştirmek veya Çalıştırmak İçin Kullanılması 677
4.3.3.2 Yapay Zekâ Çıktıları Üzerindeki Hak Sahipliği Meselesi 680
4.3.3.3 Yapay Zekâ Modelleri Üzerindeki Hak Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Hukuku İlişkisi 682
4.3.4 Yapay Zekâdan Kaynaklı Sorumluluk 684
4.3.4.1 Yapay Zekâ Kaynaklı Özel Hukuk Sorumluluğu 685
4.3.4.2 Yapay Zekâ Kaynaklı Cezai Sorumluluk 691
4.3.4.2.1 Cezai Sonuçlar Meydana Getirebilecek Yapay Zekâ Teknolojileri 691
4.3.4.2.1.1 Otonom Araçlar 691
4.3.4.2.1.2 Robotik Sistemler 692
4.3.4.2.1.3 Finansal Teknoloji Uygulamaları 692
4.3.4.2.1.4 Gözetim ve İzleme Teknolojileri 693
4.3.4.2.1.5 Sağlık Uygulamaları 693
4.3.4.3 Yapay Zekâ Kullanabilen Araçların Sorumluluğuna İlişkin Bazı Düzenlemeler 694
4.3.4.3.1 Yapay Zekânın Kişiliği Tartışmalarının Değerlendirilmesi 697
4.3.4.3.2 Ceza Hukukunun Temel İlkeleri Yönünden Değerlendirme 699

4.3.4.3.3 Suçun Unsurları Yönünden Değerlendirme 702
4.3.4.3.4 Kusur Atfı ve İradeye İlişkin Problemler 705
4.3.4.3.5 İştirak ve Dolaylı Faillik Konusundaki Problemler 706
4.3.4.3.6 Yapay Zekâya Yaptırım Uygulanması 707
4.3.4.4 Üretken Yapay Zekâ İçeriklerinden Sorumluluk 709
4.4 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ İÇİN HUKUKİ ÇERÇEVE OLUŞTURULMASI 712
4.4.1 Türk Hukukunda Yapay Zekâya İlişkin Özel Bir Düzenleme Yapma İhtiyacı 712
4.4.2 YZ'nin Hukuki Çerçevesinin Oluşturulmasında Yaklaşım Tercihi ve AB Düzenlemelerine Uyum 717
4.4.3 Yapay Zekânın Hukuki Çerçevesine Dahil Edilecek Düzenleme Önerileri 723
4.4.3.1 Genel ve Çerçeve Nitelikli Türk Yapay Zekâ Kanunu'nun Hazırlanması 724
4.4.3.2 Uluslararası Platformlarda Yönetilen Çalışmaların Takip Edilmesi, Türkiye'nin Bu Çalışma ve Platformlarda Temsili ve Uluslararası Antlaşmalara Türkiye'nin Taraf Olması 729
4.4.3.3 Yapay Zekâ Koordinasyon Kurumunun Kurulması 730
4.4.3.4 Kamuda Kurumsal Yapay Zekâ Politikalarının ve Yol Haritasının Geliştirilmesi 733
4.4.3.5 Merkezi Veri Yönetişim Mekanizmasının Kurulması ve Veri Kaynaklarının Daha Etkin Şekilde Kullanılması 734
4.4.3.5.1 Türkiye Veri Kurumunun Kurulması 735
4.4.3.5.2 Veri Merkezlerinin Kurulması ve Gerekli Hukuk ve Yönetişim Çerçevesinin Oluşturulması 736
4.4.3.5.3 Kişisel Verilerin Korunması 737
4.4.3.5.4 Fikri Haklarla Korunan Eserlerin Korunması ve Kullanılmasının Kolaylaştırılması 740
4.4.3.5.5 Yapay Zekâ Çıktıları Üzerindeki Hakların Belirlenmesi 742
4.4.3.5.6 Kamu Verilerine Erişimin Kolaylaştırılması 743
4.4.3.6 Yapay Zekâ ile İlgili Hukuki Sorumluluk Çerçevesinin Geliştirilmesi 746
4.4.3.6.1 Özel Hukuk Sorumluluğu 746
4.4.3.6.2 Ceza Hukuku Sorumluluğu 748
4.4.3.7 Yapay Zekâ Dönüşümünün Olumsuz Toplumsal Etkilerinin Yönetilmesi: 748
4.4.3.7.1 Hızlı ve Büyük Ölçekli İş Gücü Kayıplarına Karşı Koruyucu ve Dönüştürücü Önlemlerin Alınması 748
4.4.3.7.2 Yapay Zekânın Olumsuz Etkilerine Karşı Çocuğun, Ailenin ve Toplumun Korunması 750
4.4.3.8 Vergi Mevzuatında Yapay Zekâ Reformu 752
4.4.3.8.1 Yapay Zekâ Girişimlerinin Desteklenmesi 753
4.4.3.8.2 Yapay Zekâ Donanım Altyapısının ve İşlemci Gücü Erişiminin Sağlanması 754
4.4.3.8.3 Yapay Zekâ Yetkinliği Yüksek İnsan Kaynağının Oluşturulması 755

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 GENEL DEĞERLENDİRME 759
5.2 SONUÇ VE ÖNERİ TABLOSU 768

RAPORA İLİŞKİN KARAR İMZA CETVELİ 784
RAPORA EK GÖRÜŞ VE MUHALEFET ŞERHLERİ 786
KAYNAKÇA 848

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Zekâ ve Yapay Zekâ Arasındaki Temel Farklılıklar 86
Tablo 2. YZ Kavram Sınıfları ve Özellikleri 92
Tablo 3. Başlıca Önceden Eğitilmiş Ağ Mimarilerinin Karakteristik Özellikleri 120
Tablo 4. Radyoloji ve Patolojide YZ Destekli Tanısal Performans Karşılaştırması 309
Tablo 5. İklim için Yapay Zekâ: Kritik Politika Çıktılarının Özeti 431
Tablo 6. Uluslararası Çerçevelerde Yapay Zekâ Risk Kategorileri Karşılaştırması 447
Tablo 7. Risk Değerlendirme Yaklaşımlarına Örnekler 452
Tablo 8. YZ İlke ve Değerleri Karşılaştırma Matrisi 461
Tablo 9. Etik İlke İçeriklerinin Karşılaştırması 462
Tablo 10. YZ Risk Yönetimi Araçları ve Çerçevelerinin Karşılaştırmalı Matrisi 554
Tablo 11. YZ Risk Önceliklendirme Tablosu 555
Tablo 12. YZT Ek-III'te Yer Alan Yüksek Riskli YZ Kullanım Alanları ve Senaryoları 587
Tablo 13. Özel Nitelikli Kişisel Verilerin İşlenme Şartları 639
Tablo 14. Cezai Sorumluluk Açısından Yaşanabilecek Temel Zorluklar 709

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yapay Zekâ Gelişim Kronolojisi (1950–2025) 90
Şekil 2. Yapay Zekâ ve Alt Alanları 95
Şekil 3. Temel Sinir Hücre Modeli ve Yapay Sinir Hücre Modeli 102
Şekil 4. VE Kapısı Tek Hücreli YSA Modeli 106
Şekil 5. ÇKA'nın Yapısı 107
Şekil 6. ESA Mimarilerinin Genel Yapısı 116
Şekil 7. Evrişim Katmanında Evrişim Süreci 117
Şekil 8. Havuzlama İşlemi 117
Şekil 9. Yukarı Örnekleme Katmanı 118
Şekil 10. Artık Bağlantı Modeli 119
Şekil 11. Öz-Dikkat Mekanizmasının (a) Görselleştirilmesi ve (b) Hesaplanması 121
Şekil 12. ViT Mekanizması 122
Şekil 13. U-Net Mimarisi 128
Şekil 14. Mask R-CNN Mimarisi 129
Şekil 15. Beyin-Bilgisayar Arayüzü Sistemi 147
Şekil 16. VEBB Piramidi 152
Şekil 17. KAMAG 1007 Kamu YZ Ekosistemi Proje Çağrısı Süreci 175
Şekil 18. UYZS Veri Yönetişimi Çalışma Grubu Üye Dağılımı 242
Şekil 19. Güvenilir ve Sorumlu Yapay Zekâ Ekosistemi 244
Şekil 20. YZ Sistemlerinin Sosyo-Teknik Etkilerine Yönelik Bütüncül Değerlendirme Modeli 449
Şekil 21. MIT YZ Sistemleri Risk Taksonomisi 451
Şekil 22. Veri Zehirleme Saldırısı 529
Şekil 23. Bildirilen Veri İhlallerinin Sektöre Göre Dağılımı 530
Şekil 24. Yeniden Yapılandırma Saldırısı 532
Şekil 25. Üyelik Çıkarımı Saldırısına Genel Bir Bakış 534
Şekil 26. Veri Tahrifatı Süreci 535
Şekil 27. Kötücül Girdilerle Manipülasyon 541
Şekil 28. YZ Sistemlerine Yönelik Model Çıkarım (Extraction) Saldırı Süreci 542
Şekil 29. Yüz Tanıma API'sine Erişim Yoluyla Hedef Bireye Ait Görsel Verinin Yeniden Yapılandırılmasını Gösteren Model Tersine Çevirme (Inversion) Saldırısı Örneği 544
Şekil 30. Önceden Eğitilmiş Modellerde Ağırlık Zehirlenmesi Saldırılarına Genel Bakış 545
Şekil 31. Güç Tüketimi Verileri Üzerinden Model Mimarisinin Açığa Çıkarılması 547

KISALTMALAR LİSTESİ

108 Sayılı Sözleşme	:	Avrupa Konseyi 1981 tarihli 108 No'lu Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması Sözleşmesi
a.g.e.	:	Adı geçen eser
AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
Açıklayıcı Rapor	:	Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi Açıklayıcı Raporu (*Explanatory Report to the Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law*)
ADR	:	Alternatif Uyuşmazlık Çözümü
AGI	:	Yapay Genel Zekâ
AI	:	Yapay Zekâ *(Artificial Intelligence)*
AI RMF	:	NIST Yapay Zekâ Risk Yönetim Çerçevesi (*NIST AI Risk Management Framework*)
AI4S	:	Bilim için Yapay Zekâ
AI4SoS	:	Bilimin Bilimi için Yapay Zekâ
AISI	:	NIST Yapay Zekâ Güvenlik Enstitüsü (*NIST AI Safety Institute*)
AİHM	:	Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi
AİHS	:	Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi
ANDES	:	Anomali Tespiti
Ar-Ge	:	Araştırma ve Geliştirme
AV	:	Otonom Araç (*Autonomous Vehicle*)
AYM	:	Anayasa Mahkemesi
BAE	:	Birleşik Arap Emirlikleri
BCG	:	Boston Consulting Group
BDT	:	Bilişsel Davranışçı Terapi
BiGG	:	Girişimcilik Destek Programı
bkz.	:	Bakınız
BM	:	Birleşmiş Milletler (*United Nations*)
BSYBS	:	Bütünleşik Sosyal Yardım Bilgi Sistemi
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
BTK	:	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
BTGM	:	Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü
CAHAI	:	Yapay Zekâ Geçici Komitesi (*Ad hoc Committee on Artificial Intelligence*)
CAISI	:	ABD Yapay Zekâ Standartları ve İnovasyon Merkezi (*Center for AI Standards and Innovation*)
CBDDO	:	Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CEO	:	İcra Kurulu Başkanı

COIN	:	Contract Intelligence
COMPAS	:	Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions
CoP	:	AB Yapay Zekâ Tüzüğü Genel Amaçlı Yapay Zekâ Modelleri için Uygulama Kodları (*GPAI Code of Practice*)
COVID-19	:	Koronavirüs Hastalığı 2019
CVC	:	Kurumsal Risk Sermayesi
Çerçeve Sözleşme	:	Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi (*Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law*)
DGA	:	Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724
DMA	:	Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector and amending Directives (EU) 2019/1937 and (EU) 2020/1828 (Digital Markets Act)
DOE	:	Deney Tasarımı
DoE	:	Enerji Bakanlığı
DoS	:	Hizmet Engelleme
DSA	:	Regulation (EU) 2022/2065 of the European Parliament and of the Council of 19 October 2022 on a Single Market For Digital Services and amending Directive 2000/31/EC (Digital Services Act)
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
E&Y	:	Ernst & Young
ESG	:	Environmental, Social, Governance
EUDA	:	Regulation (EU) 2023/2854 of the European Parliament and of the Council of 13 December 2023 on harmonised rules on fair access to and use of data and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive (EU) 2020/1828 (Data Act)
FAO	:	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	:	ABD Gıda ve İlaç İdaresi (*US Food and Drug Administration*)
FSEK	:	5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu
FTC	:	ABD Federal Ticaret Komisyonu (*US Federal Trade Commission*)
GCC	:	Körfez İşbirliği Konseyi
GDPR	:	2016/679 sayılı ve 27 Nisan 2016 Tarihli Gerçek Kişilerin Kişisel Verilerin İşlenmesine Karşı Korunmasına ve Bu Verilerin Serbest Dolaşımına İlişkin ve 95/46/EC sayılı AB Yönergesini Yürürlükten Kaldıran Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi Tüzüğü *(Regulation EU 2016/679 of The European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC)*
GEM	:	Gestore Emendamenti
GenAI	:	Üretken Yapay Zekâ
GNOME	:	Malzeme Keşfi için Grafik Ağları
GovTech	:	Government Technology Agency
GPAI	:	Yapay Zekâ Üzerinde Küresel Ortaklık
GPT-4	:	Generative Pre-trained Transformer 4

GPU	:	Grafik İşlem Birimi
GRU	:	Gated Recurrent Unit
GSYİH	:	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla
HAKTAM	:	Hak İhlali Karar Tahmin Motoru
HART	:	Harm Assessment Risk Tool
HBS	:	Hayvan Bilgi Sistemi
HPC	:	Yüksek Performanslı Hesaplama
HTS	:	Yüksek Verimli Tarama
HUDERIA	:	İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Etki Değerlendirmesi Metodolojisi (*Methodology for the Risk and Impact Assessment of Artificial Intelligence Systems*)
Hukuki Çerçeve Unsurları	:	Avrupa Konseyinin İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğüne İlişkin Standartlarını Temel Alan, Yapay Zekâya İlişkin Hukuki Çerçevenin Olası Unsurları (*CAHAI- Possible elements of a legal framework on artificial intelligence, based on the Council of Europe's standards on human rights, democracy and the rule of law*)
HVAC	:	Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme
IDC	:	International Data Corporation
IEA	:	International Energy Agency
IGF	:	İnternet Yönetişim Forumu (*Internet Governance Forum*)
IMDA	:	Singapur Enformasyon ve İletişim Geliştirme Otoritesi
IoT	:	Nesnelerin İnterneti
IPU	:	Parlamentolararası Birlik (*Inter-Parliamentary Union*)
IRS	:	ABD Gelir İdaresi
ISO	:	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
ITU	:	International Telecommunication Union
ITU	:	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (*International Telecommunications Union*)
İHA	:	İnsansız Hava Aracı
iLAB	:	Intelligent Legal Assistance Bot
İŞKUR	:	Türkiye İş Kurumu
KOBİ	:	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KOSGEB	:	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
KVKK	:	6098 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
LIMS	:	Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemleri
LLM	:	Büyük Dil Modeli (LLM: Large Language Mode)
LSTM	:	Uzun Kısa Süreli Bellek
m.	:	Madde
M365 Copilot	:	Microsoft 365 Copilot

MAP	:	Museum of Art & Photography (Sanat ve Fotoğraf Müzesi)
MEB	:	Millî Eğitim Bakanlığı
MIT	:	Massachusetts Institute of Technology
ML	:	Makine Öğrenmesi
MoMA	:	Museum of Modern Art (Modern Sanat Müzesi)
MR	:	Manyetik Rezonans
MR	:	Mixed Reality (Karma Gerçeklik)
MTGM	:	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü
MTYZGM	:	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Milli Teknoloji ve Yapay Zekâ Genel Müdürlüğü
NATO	:	Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü
NDA	:	Gizlilik Anlaşması
NDVI	:	Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
NFT	:	Non-Fungible Token (Değiştirilemez Token)
NHS	:	Ulusal Sağlık Hizmetleri
NHS	:	Birleşik Krallık Ulusal Sağlık Servisi
NIST	:	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (*National Institute of Standards and Technology*)
NLP	:	Doğal Dil İşleme
NSF	:	Ulusal Bilim Vakfı
OCHA	:	Birleşmiş Milletler İnsani İşler Koordinasyon Ofisi
OECD	:	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OJP	:	Adalet Programları Ofisi
PACE	:	Avrupa Konseyi Parlamenter Asamblesi (*Parliamentary Assembly*)
PoC	:	Kavram Kanıtı
PSID	:	Açık Veri Yönergesi (D*irective (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on open data and the re-use of public sector information*)
PwC	:	PricewaterhouseCoopers
PYK	:	Proje Yürütücüsü Kuruluş
PYÖK	:	Proje Yöneticisi Kuruluş
RAG	:	Retrieval-Augmented Generation
RMB	:	Renminbi
RPA	:	Robotik Süreç Otomasyonu - Robotic Process Automation
s.	:	sayfa
SAYZEK	:	Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümesi
SerPK	:	6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu
SGB	:	Siber Güvenlik Başkanlığı
SNAP	:	Takviye Gıda Yardımı Programı
SoS	:	Bilimin Bilimi

ss.	:	sayfa aralığı
STB	:	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
STF	:	Supremo Tribunal Federal (Brezilya Federal Yüksek Mahkemesi)
STK	:	Sivil Toplum Kuruluşu
T.C.	:	Türkiye Cumhuriyeti
TAA	:	Türkiye Adalet Akademisi
TAGEM	:	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TBK	:	6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu
TBMM	:	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TBS	:	Tarım Bilgi Sistemi
TCMB	:	Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TCY	:	Tıbbi Cihaz Yönetmeliği
TDK	:	Türk Dil Kurumu
TEİAŞ	:	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TFP	:	Total Factor Productivity
TİHEK	:	Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu
TİKA	:	Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı
TİSTK	:	5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanunu
TL	:	Türk Lirası
TRGM	:	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TSE	:	Türk Standartları Enstitüsü
TSK	:	Türk Silahlı Kuvvetleri
TÜBİTAK	:	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜSEB	:	Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı
TÜYZE	:	Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü
UETS	:	Ulusal Elektronik Tebligat Sistemi
UN Women	:	Birleşmiş Milletler Kadın Birimi
UNCTAD	:	United Nations Conference on Trade and Development
UNDP	:	United Nations Development Programme
UNEP	:	United Nations Environment Programme
UNESCO	:	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*)
UNGA	:	Birleşmiş Milletler Genel Kurulu (*United Nations General Assembly*)
UNITAR	:	United Nations Institute for Training and Research
USCIS	:	ABD Vatandaşlık ve Göçmenlik Hizmetleri
USDA	:	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
UYAP	:	Ulusal Yargı Ağı Projesi

UYZS	:	Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi
ÜGTDK	:	7223 sayılı Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu
VC	:	Risk Sermayesi
WEF	:	World Economic Forum
WSI	:	Tüm Slayt Görüntüleme
YİM	:	Yargıtay İçtihat Merkezi
YÖK	:	Yükseköğretim Kurulu
YZ	:	Yapay Zekâ
YZT	:	Yapay Zeka Tüzüğü (Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828) (Artificial Intelligence Act)

TERİMLER LİSTESİ

Bilgi Sızması (information disclosure)	:	Modelin eğitildiği veriler hakkında özel bilgiler açığa çıkarması.
Diferansiyel Mahremiyet	:	Verilerin istatiksel çıktılar yoluyla analiz edilmesini sağlarken bireysel bilgilerin ifşasını engeller.
Düşman (adversial) Saldırı	:	Yapay zekâ sistemlerini yanıltmak veya istenmeyen çıktılar üretmesini sağlamak amacıyla, giriş verilerinin kasıtlı ve çoğu zaman algılanamayacak kadar küçük değişikliklerle manipüle edilmesi yoluyla gerçekleştirilen saldırı türü.
Federe Öğrenme	:	Verilerin kurum dışına çıkarılmadan, yalnızca model parametrelerinin paylaşımı yoluyla ortak YZ modellerinin geliştirilmesini mümkün kılan gizlilik dostu bir öğrenme yöntemi.
Güvenilir Yapay Zekâ	:	Etik, güvenli, şeffaf ve hesap verebilir şekilde tasarlanmış YZ sistemleri.
Hesap verebilirlik	:	YZ sistemlerinin sonuçlarından sorumlu tutulabilirlik mekanizmaları.
Hizmet Reddi (DDos) Saldırısı	:	YZ sisteminin kullanım dışı kalmasına neden olan saldırılar.
Kavram Kayması (Concept drift)	:	Bir yapay zekâ modelinin eğitildiği dönemdeki veri ile etiket (çıktı) arasındaki ilişkinin zaman içinde değişmesi durumu.
Mahremiyet Artırıcı Teknolojiler (PET'ler)	:	Kişisel verilerin işlenmesi sırasında gizliliğin korunmasını sağlayan, veri güvenliği ve etik uyumu destekleyen teknik çözümler.
Model Elde Etme (Model Extraction)	:	Bir YZ modelinin yeteneklerinin kopyalanması için dışardan sorgulamalar yapılması.
Model Kayması (Model Drift)	:	Bir yapay zekâ veya makine öğrenmesi modelinin, zaman içinde gerçek dünya koşullarındaki değişimlere uyumsuz hale gelmesi nedeniyle doğruluk ve performans kaybına uğraması.
Otomatik Karar Verme	:	İnsan müdahalesi olmadan yapılan işlem ve kararlar.
Risk	:	Bir zararın meydana gelme olasılığı ile bu zararın şiddetinin birleşimi.
Risk Azaltma	:	Risklerin etkisini azaltmak veya ortadan kaldırmak için alınan önlemler.
Risk Kaynağı	:	Tek başına veya bir arada riske yol açma potansiyeli olan unsur.
Risk Sınıflandırması	:	YZ sistemlerinin risk seviyelerine göre kategorilerine ayrılması (örn; düşük, orta, yüksek).

Saldırı Vektörü	:	Bir sistemin ele geçirilmesi ya da istismar edilmesi için kullanılan yol, yöntem veya giriş noktası.
Sistemik Risk	:	YZ teknolojilerinin kritik altyapılar, ekonomik sistemler, toplumsal düzen, temel hak ve özgürlüklere yönelik ve değer zinciri boyunca geniş ölçekte olumsuz etkiler oluşturma potansiyeline sahip riskler
Sorumlu YZ	:	İnsan haklarına, etik ilkelere ve hukuka uygun şekilde geliştirilen YZ.
Şeffaflık	:	Sistem kararlarının ve işleyişinin açıklanabilir ve izlenebilir olması.
YZ Ajanı	:	Bir kullanıcı veya başka bir sistem adına, iş akışını bağımsız şekilde tasarlayarak ve mevcut araçları kullanarak görevleri otonom olarak gerçekleştirebilen sistem veya programı.
YZ Aktörü	:	YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında doğrudan veya dolaylı rol üstlenen yapılar.
YZ Etki Değerlendirmesi	:	Bir YZ sisteminin toplum, ekonomi, temel haklar ve güvenlik hususlarındaki potansiyel etkilerinin proaktif bir şekilde analiz edilerek; sürekli izleme adımlarını içerecek şekilde risklerinin ölçüldüğü ve azaltıcı önlemlerin planlandığı süreç.
YZ Yönetişimi	:	YZ'nin güvenli, adil ve şeffaf kullanımını sağlamak için uygulanan politika, süreç ve mekanizmalar.
Zarar	:	İnsanlara, eşyalara ve çevreye değer kaybı veya hasar veren olumsuz bir olay veya olumsuz bir sosyal gelişme.

KOMİSYON BAŞKANININ SUNUŞU

14.01.2025 tarihinde göreve başlayan "Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu" Anayasa'nın 98 inci ve İçtüzük'ün 104 ve 105 inci maddeleri çerçevesinde çalışmalarını tamamlayarak bu Raporu düzenlemiş bulunmaktadır.

Dijital çağın en belirleyici unsurlarından biri olan yapay zekâ, artık yalnızca bir teknoloji meselesi değil; küresel ekonomilerin, toplumların ve devletlerin geleceğini şekillendiren stratejik bir güçtür. Bu Rapor, Türkiye'nin yapay zekâ alanında yalnızca takip eden değil, yön veren bir ülke olma iradesinin en somut göstergelerinden biridir.

G20'nin önemli ve güçlü bir üyesi olarak, yalnızca ekonomik büyüklüğümüzle değil, teknoloji üretimimizle ve dijital kapasitemizle de ilk 20 içinde yer almayı hedeflemekteyiz. Bu sadece prestij meselesi değil, aynı zamanda rekabet gücü, stratejik bağımsızlık ve gelecek vizyonu meselesidir. Türkiye; yapay zekâyı geliştiren, kullanan ve insan odaklı bir şekilde bu alanı düzenleyen, öncelikle bölgesel ve nihai olarak küresel öncü bir aktör olmayı hedeflemektedir. Bu vizyon, "teknolojiyi tüketen değil, üreten Türkiye" idealine dayanmaktadır.

Ülkemizde yapay zekâ alanında yürütülen çalışmaları konsolide eden bu Rapor, Türkiye'nin yapay zekâda bölgesel bir güçten küresel bir öncüye dönüşümü için gerekli tüm önerileri kapsayan, bundan sonraki süreçte atılacak adımlar konusunda yol gösterici olan, ülkemiz açından yapay zekâya dair vizyon ortaya koyan ve bu vizyona ülkemizi taşıyacak misyonu ve politika adımlarını belirleyen stratejik bir doküman olmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, vatandaşlarımızın yapay zekâ teknolojileri hakkında bilinçlenmesini, bu teknolojileri günlük yaşamlarına kolay ve sağlıklı biçimde entegre etmelerini sağlamak bir diğer önemli amaçtır.

Yapay zekâ denildiğinde, genellikle ilk akla gelen şey teknolojidir. Ancak biz biliyoruz ki mesele, sadece teknoloji değil; insanlıkla bu teknolojinin nasıl ilişki kuracağıdır. Bu nedenle yapay zekâyı yalnızca bir "verimlilik aracı" olarak değil, aynı zamanda bir sorumluluk alanı olarak görmek zorundayız. Yapay zekâ sadece büyük şirketlerin, belli ülkelerin veya belli meslek gruplarının alanı olamaz. Bu teknoloji; öğretmenlerin sınıfına, çiftçilerin tarlasına, doktorların hastanesine, gençlerin hayallerine dokunmalıdır. Biz bu

dönüşümün hiçbir bireyi dışarda bırakmaması için politikalar geliştirmek zorundayız. Yapay zekâ kaynaklı riskleri önlemek adına etik standartları belirlemek, doğru regülasyonları ve yönetişim mekanizmalarını oluşturmak da ayrıca görevimiz olmalıdır.

Bizler Türkiye Büyük Millet Meclisi olarak, yasama organı sorumluluğumuzun bilinciyle, bu kapsamlı ve çok boyutlu dönüşüm sürecini salt izleyen değil, yön veren, düzenleyen ve dengeleyen bir irade ortaya koymakla mükellefiz.

Türkiye, genç nüfusu, dinamik girişim ekosistemi ve güçlü kamu kapasitesiyle yeni çağın rekabetinde potansiyelinin çok üzerini gerçekleştirebilecek bir konumdadır. Ancak yapay zekâda liderlik kendiliğinden oluşan bir durum değildir. Vizyon, cesaret, disiplinli bir strateji ve sürdürülebilir bir ekosistem inşası gerektirir. İşte bu nedenle, Komisyonumuz yalnızca mevcut durumu tespit eden bir çalışma yürütmekle kalmamış; Türkiye'yi yapay zekâda dünyada ilk sıralara taşıyacak politikalara, insan kaynağına, etik yaklaşıma, regülasyon sistemlerine ve ekonomik dönüşüme ilişkin somut bir yol haritası oluşturmuştur.

2025 yılı Ocak ayında faaliyetlerine başlayan Komisyon; sağlık, adalet, eğitim, tarım, dijital finans gibi birçok sektörde yapay zekânın uygulamalarını; teknoloji yanında etik, regülasyon ve yönetişim boyutu ile de ele almış, ortaya çıkan ve çıkması muhtemel fırsatları, riskleri ve tehditleri, ilgili paydaşlar ile birlikte derinlemesine incelemiştir. Komisyonun çalışmaları süresince 13 toplantı yapılmış, ilgili kurum ve kuruluş, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerden oluşan 119 kişi dinlenmiş; Komisyon çalışmalarında ve rapor yazımında yararlanmak amacıyla tüm paydaşlardan 48 adet bilgi notu/rapor temin edilmiştir. Komisyonun 4 aylık çalışma süresi boyunca 3 çalışma ziyareti ve 1 Zirve gerçekleştirilmiştir.

08.05.2025 tarihinde gerçekleştirilen "Veriden Karara Yapay Zekâ Zirvesi" ile kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplumun aynı ortamda buluşması sağlanarak, yapay zekâ için ortak bir vizyonun geliştirilmesi ve bu vizyonun gerçekleşmesine yönelik fikirlerin ortaya konması mümkün kılınmıştır. Zirve'de konuşma yapan Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanımız Sayın Numan KURTULMUŞ, Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun Türkiye Büyük Millet Meclisi çatısı altında kalıcı bir komisyon haline dönüştürülmesinin mümkün olduğunu ifade ederek, yasama organının yapay zekâ konusunda duyduğu hassasiyeti ve taşıdığı sorumluluğu açık bir şekilde ortaya koymuştur.

Bugün dünyada yapay zekâya yön veren ülkelerin ortak özellikleri açıktır: Bilgiye dayalı ekonomiler, güçlü inovasyon kültürü, atılgan politik vizyon ve geniş bir iş birliği çerçevesi. Türkiye, bu niteliklerin tamamını taşıyabilecek kapasiteye sahiptir. Bizler, bu sıçramayı gerçekleştirmeye kararlıyız. Komisyon çalışmalarımız esnasında, yapay zekâya dair söylenen her sözün, ortaya konulan her bulgunun ve yapılan her önerinin katkısı ile yarının

güçlü ve yenilikçi Türkiye'sini inşa etme konusunda Sayın Komisyon üyelerimizin ne kadar motive olduğunu görmek beni ayrıca memnun etmiş ve ülkemizin geleceği için umutlandırmıştır.

Komisyonumuzun çalışmalarının yürütülmesinde ve Zirve'nin yapılmasında desteklerini esirgemeyen Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanımız Sayın Numan KURTULMUŞ'a; Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde, Komisyonumuzun kurulmasına vesile olan önergelerde imza sahibi olan ve Komisyonumuzun kurulmasını destekleyen tüm parti grupları ve değerli Milletvekillerine, Komisyonumuzda birlikte çalıştığımız tüm üyelerimize; Komisyonumuza bizzat gelerek bilgi veren kamu kurumlarımızın, özel sektörümüzün, akademi dünyamızın ve sivil toplum örgütlerimizin temsilcilerine, saha ziyaretlerimizde bizleri misafirperverlikle ağırlayan bilim insanlarımıza ve sektör çalışanlarımıza, Komisyonumuzda görevli uzmanlarımıza ve Komisyon çalışmalarımızda bizlere destek sağlayan tüm kişi ve kuruluşlara Komisyonumuz adına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Fatih DÖNMEZ
Eskişehir Milletvekili
Komisyon Başkanı

"Makinelerin bazı işleri insan beynine nazaran çok daha çabuk yapabilmelerine mukabil anlayış yani alış kapasiteleri büyük bir salonu doldurabilecek kadar büyük olanlarında bile tenevvü bakımından insan beyninden çok düşüktür. İnsan beyninin kendi kendini kendi inisiyatifi ile tekemmül ettirmesine mukabil makine yapıldığı gibi kalmaktadır. Bununla beraber ***kendi kendisini tekemmül ettiren makine tasarlamak mümkündür****. Fakat kanaatimce insan beyni ile makine arasındaki asıl fark, insan beyninin estetik mahiyette müessirleri alıp onlar üzerinde işleyebilmesi ve yine estetik mahiyette olan kararlar verebilmesine, verilen bir işi yapıp yapmamak hususunda kendisini serbest hissetmesine mukabil makinede bu vasıfların benzerlerinin yok oluşudur."*

Cahit ARF

"Makine Düşünebilir Mi ve Nasıl Düşünebilir?"

Atatürk Üniversitesi, Üniversite Çalışmalarını Muhite Yayma ve Halk Eğitimi Yayınları Konferanslar Serisi No: 1, 1959, Erzurum, s. 91-103

I believe that at the end of the century the use of words and general educated opinion will have altered so much that one ***will be able to speak of machines thinking*** *without expecting to be contradicted. ("Yüzyılın sonuna gelindiğinde, sözcük kullanımının ve genel aydın görüşünün, herhangi bir itirazla karşılaşmayı beklemeden 'düşünen makineler'den bahsedilebilecek ölçüde değişmiş olacağına inanıyorum.")*

Alan M. Turing

Computing Machinery and Intelligence, 1950

ÖNERGE METİNLERİ

1. Diyarbakır Milletvekili Ceylan Akça CUPOLO ve 20 Milletvekilinin Yapay zekanın ortaya çıkardığı riskleri tespit etmek, dijital kamusal alanda bireylerin dijital haklarını tanımlamak ve gerekli yasal altyapıyı oluşturmak amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/235):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Yapay zekanın ortaya çıkardığı sayısız riski tespit etmek, mevcut haliyle eşitsizlikleri derinleştiren ve gözetim toplumuna dönüştürülen dijital kamusal alanda bireylerin dijital (çevrimiçi) haklarını tanımlamak ve bu minvalde gerekli yasal altyapı çalışmalarını oluşturmak amaçlarıyla Anayasa'nın 98'inci, îç Tüzüğün 104'üncü ve 105'inci maddeleri gereğince Meclis Araştırması açılması için gereğini arz ederiz.

GEREKÇE

Aşağıdaki metin, OpenAI tarafından geliştirilen bir Al dil modeli olan ChatGPT tarafından oluşturulan orijinal bir çalışmadır.

Yapay Zekâ (YZ) dünyada devrim yaratmaya devam ederken, kendimizi yenilik ve tehlikenin kavşağında buluyoruz. Etik, yapay zekayı çevreleyen en önemli endişelerden biri olmaya devam ediyor. Makineler, insan davranışlarını ve karar verme süreçlerini taklit ettikçe, hesap verebilirlik ve önyargı soruları ön plana çıkıyor. Yapay zekâ sistemleri, toplumsal önyargıları sürdürebilir ve işe alım uygulamalarından ceza adaletine kadar çeşitli alanlarda ayrımcılığı pekiştirebilir. Yapay zekâ algoritmalanndaki şeffaflık ve açıklanabilirlik eksikliği, niyetleri ve eylemlerinin etik sonuçlan hakkında şüphe uyandırıyor.

Güvenlik açısından, YZ hem güçlü bir müttefik hem de tehlikeli bir düşman olabilir. Yapay zekâ güdümlü siber saldırılar, yanlış bilgilendirme kampanyalan ve kimlik hırsızlığı potansiyeli çok büyük görünüyor. Aynca, YZ'nin hızlı büyümesi silahlanmaya yol açabilir, otonom silahlan minimum insan müdahalesi ile ölüm kalım kararlan verebilen hale getirebilir, küresel ölçekte ciddi etik ve güvenlik endişelerini artırabilir.

Sosyal alanda yapay zekâ, etkileşim ve iletişim kurma şeklimizi önemli ölçüde değiştirdi. Sosyal medyanın ve yapay zeka güdümlü içerik öneri sistemlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte bireyler, görüş kutuplaşmasını sürdürerek yankı odalarına giderek daha fazla hapsoluyor. Aynca, yapay zeka destekli sosyal robotlar, kamusal söylemi manipüle

edebilir ve halkın duyarlılığım etkileyerek demokratik süreçlerin bütünlüğünü tehlikeye atabilir.

Yapay zekanın ekonomi ve istihdam üzerindeki etkisi inkar edilemez. Otomasyon, üretkenliği ve verimliliği artırırken, aynı zamanda birçok geleneksel rol için işten çıkarma tehdidini de beraberinde getiriyor. Yapay zeka sektörlere nüfuz ettikçe, yapay zeka ile ilgili becerilere sahip olanlar ile olmayanlar arasındaki genişleyen gelir farkı, toplumsal istikrar için bir sorun teşkil ediyor.

Bir zamanlar sınırsız fırsatlar diyarı olan dijital dünya, şimdi bir dizi potansiyel tehditle karşı karşıya. Bireyler ve algoritmalar arasındaki etkileşimler, sanal ile gerçek arasındaki çizgiyi bulanıklaştırdı. Yapay zeka algoritmalanmn büyük miktarda kişisel veriyi işleme kapasitesi, mahremiyet, gözetim ve rızaya ilişkin endişeleri artırıyor. Ek olarak, yapay zeka tarafından üretilen derin sahteler, halkm güvenini baltalayarak ve yanlış bilgileri teşvik ederek hakikat için önemli bir risk oluşturur.

Yapay zeka devlet işleriyle kesiştiğinde risk daha da artar. Yapay zekanın gözetleme, sansür ve kitlesel manipülasyondaki potansiyel suistimali, otoriter rejimlerin muhalefeti bastırmasına ve bireysel özgürlükleri dizginlemesine yol açabilir. Ayrıca, ülkeler arasında ortaya çıkmakta olan yapay zeka silahlanma yarışı, kontrolsüz yapay zeka gelişimi ve bunun feci sonuçlara yol açma potansiyeli hakkında endişeleri artırıyor.

Bu riskler ışığında, dijital hakların kapsamlı bir şekilde düzenlenmesine yönelik acil ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Tıpkı kişisel ve siyasi hakların kanunla korunduğu gibi, bireyleri yapay zekanın potansiyel zararlarından korumak için dijital haklar da korunmalıdır. YZ karar vermede şeffaflığı sağlayan, mahremiyeti koruyan, ayrımcılığı önleyen ve YZ hesap verebilirliğini teşvik eden mevzuat, toplumsal denge ve uyumu korumak için çok önemlidir.

Sonuç olarak, YZ'nin dönüştürücü gücü ve geniş kapsamlı etkileri göz önüne alındığında, YZ risklerinin kapsamlı bir şekilde incelenmesine ve dijital haklar düzenlemesinin formüle edilmesine adanmış bir Meclis Araştırması açılması zorunludur. Böyle bir araştırma, yapay zekanın etik, güvenlik, sosyal, ekonomik ve istihdam zorluklarını ele almak için uzmanları, paydaşları ve halkı bir araya getirebilir. Yalnızca toplu çabalar ve makul düzenlemeler yoluyla yapay zekanın faydalarından yararlanırken doğasında var olan riskleri azaltabilir ve böylece herkes için sürdürülebilir ve adil bir dijital geleceği destekleyebiliriz.

1)	Ceylan AKÇA CUPOLO	Diyarbakır
2)	Ayten KORDU	Tunceli
3)	Serhat EREN	Diyarbakır
4)	Gülüstan KILIÇ KOÇYİĞİT	Kars
5)	Dilan KUNT AYAN	Şanlıurfa
6)	Gülcan KAÇMAZ SAYYİĞİT	Van
7)	Nevroz UYSAL ASLAN	Şırnak
8)	Ömer Faruk GERGERLİOĞLU	Kocaeli
9)	Adalet KAYA	Diyarbakır
10)	Vezir Coşkun PARLAK	Hakkari
11)	Ali BOZAN	Mersin
12)	Tulay HATIMOĞULLARI ORUÇ	Adana
13)	Gülderen VARLİ	Van
14)	Beritan GÜNEŞ ALTIN	Mardin
15)	Yılmaz HUN	Iğdır
16)	Zeynep ODUNCU KUTEVİ	Batman
17)	Hüseyin OLAN	Bitlis
18)	Öznur BARTİN	Hakkari
19)	Sabahat ERDOĞAN SARITAŞ	Siirt
20)	George ASLAN	Mardin
21)	Mehmet Zeki İRMEZ	Şırnak

2. İstanbul Milletvekili Yunus EMRE ve 20 Milletvekilinin Yapay zeka başta olmak üzere teknolojik gelişmelerin izlenerek istihdama olumlu katkı sağlayacak önerilerin geliştirilmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/837):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Ülkemizde Yapay Zeka başta olmak üzere dijitalleşme ve yeni teknolojik gelişmelerin yakından izlenmesi ve bunun istihdam üzerinde olumlu etki sağlayacak şekilde işgücü piyasasına uyarlanması ve verimliliğin artırılması yollarının araştırılması amacıyla

Anayasa'nın 98 inci, Meclis İçtüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereği Meclis Araştırma Komisyonu kurulmasını bilgilerinize sunarız.

GEREKÇE

Hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelen ve birçok sektörde yaygın kullanılan Yapay Zeka teknolojileri beraberinde çok büyük ekonomik potansiyeli barındırmaktadır. Yapay Zeka'nın ekonomik potansiyeli son dönemde uluslararası yayınlar başta olmak üzere uluslararası toplumda giderek daha fazla tartışılmaya başlanmıştır. Çünkü teknolojik gelişme ve özellikle dijitalleşmenin işgücü piyasaları için önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte hızlı teknolojik ilerlemelerin ve yeniliklerin özellikle istihdamla ilgili bazı endişeleri beraberinde getirdiği/getireceği de belirtilmektedir.

Teknoloji şirketlerinin artmasının bir yandan işgücü piyasası üzerinde dijital alanda profesyonelleşen işgücüne talebi arttırdığı düşünülürken bu durumun otomasyon alanındaki işgücü miktarını azaltacağını iddia eden çalışmalar doğal olarak Yapay Zeka'nın küresel anlamda bir işsizliği beraberinde getireceğini beklemektedir.

Aynı görüşlere göre dijitalleşmenin artması ile insan gücü zorunlu girdi olmaktan çıkarken fabrikalar insan gücü yerine makine kullanımını artırıyor ve artıracaktır.

Ancak buna karşı geliştirilen tezler ise otomasyon nedeniyle etkisi azalan çalışanlar için yeni bir istihdam planlamasının yapılmasının kaçınılmaz olduğu ve dijitalleşme ile ortaya çıkan yeni işgücü alanlarının istihdam İhtiyacını artıracağını iddia etmektedir.

Son dönemlerde oldukça tartışılan Yapay Zeka'ya dair gelişmeler de bu çerçevede değerlendirildiğinde yapay zeka kullanımının iş kutuplaşmaları, makineleşme - otomasyon ve işgücü piyasalarındaki etkisi üzerine çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmaların bazılarında robotların kullanılmasının istihdamda verimlilik artışına neden olduğu ve maliyetleri

düşürmeyi beraberinde getirdiğini söylerken bunun istihdamda azalıştan ziyade çalışanların verimlilik artışına yol açarak işgücü talebinin artacağını iddia etmektedir.

Gelecek yirmi sene içinde dünyanın birçok yerinde üretimin çok önemli bir parçası haline gelecek Yapay Zeka'nın tehlikeli ve sıkıcı görülen işleri azaltabileceği ancak bu durumun da motivasyon ve çalışma güvenliğini artıracağı birçok uzman tarafından dile getirilmektedir.

Ülkemize yönelik uluslararası çalışmalarda ise Türkiye'nin bu konuda geri kaldığı, verimliliğin düşük olduğu ve teknolojiye yeterince yatırım yapılmadığı belirtilmektedir. Nüfusunun genç ve dinamik olduğu belirtilirken bu genç nüfus potansiyelinin işgücü piyasasında doğru kullanılamadığı ve işgücü piyasasındaki yaşlanmanın Türkiye ekonomisi üzerinde bir baskı ve risk oluşturduğu ifade edilmektedir.

Konunun böylesi önemde olması ve ülkemizin geleceğini de şekillendireceği Yapay Zeka başta olmak üzere teknolojik gelişmeler Meclis çatısı altında bir çalışma yapmayı gerekli kılmaktadır. Yapay Zeka uzmanlarının, araştırmacıların, girişimcilerin, akademisyenlerin, çalışma hayatı temsilcilerinin katılımı ile yapılacak bir Meclis Araştırması ülkemizdeki teknolojik gelişim, verimlilik ve istihdam hayatı açısından son derece önemlidir. Araştırma Komisyonu ile gerektiğinde yerinde inceleme yapmak üzere bu alanda çalışan teknokentlerin, araştırma merkezlerinin - şirketlerinin ziyaret edilerek görüşmeler yapmak, Yapay Zeka teknolojilerinin ülke ekonomisine, bilim dünyasına, istihdama yönelik etkilerinin araştırılarak gerekli düzenlemelerin ve eylem planının hazırlanmasını sağlamak öncelik olmalıdır.

Tüm bu nedenlerle Yapay Zeka başta olmak üzere dijitalleşme ve yeni teknolojik gelişmelerin yakından izlenmesi, bunun istihdam üzerinde olumlu etki sağlayacak şekilde ülkemizdeki işgücü piyasasına uyarlanması, işgücü piyasasında verimliliğin artırılması yollarının araştırılması amacıyla bir Meclis Araştırması kamu yararına olacaktır.

1)	Yunus EMRE	İstanbul
2)	Semra DİNÇER	Ankara
3)	Türker ATEŞ	Bolu
4)	Ediz ÜN	Edirne
5)	Aliye COŞAR	Antalya
6)	İlhami Özcan AYGUN	Tekirdağ
7)	Talih ÖZCAN	Düzce
8)	Evrim KARAKOZ	Aydın
9)	Orhan SÜMER	Adana
10)	Nermin YILDIRIM KARA	Hatay
11)	Jale Nur SÜLLÜ	Eskişehir

12)	Mühip KANKO	Kocaeli
13)	Aysu BANKOĞLU	Bartın
14)	Mehmet GÜZELMANSUR	Hatay
15)	Melih MERİÇ	Gaziantep
16)	Mustafa Sezgin TANRIKULU	Diyarbakır
17)	Namık TAN	İstanbul
18)	Hasan Ufuk ÇAKIR	Mersin
19)	Cumhur UZUN	Muğla
20)	Süleyman BÜLBÜL	Aydın
21)	Şeref ARPACI	Denizli

3. Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ ve 96 Milletvekilinin Yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların ve yasal altyapının belirlenmesi, yapay zekanın toplumsal alanda ortaya çıkarabileceği risklerin tespit edilerek gerekli tedbirlerin alınabilmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/1601):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Yapay zeka etiği, güvenliği, istihdam üzerindeki etkileri ve eşitsizlik gibi konular ele alınarak, yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, hukuki altyapının ne olması gerektiği ve yapay zekanın doğasında barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin değerlendirilmesi amacıyla Anayasa'nın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İç Tüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını saygılarımızla arz ederiz.

GEREKÇE

Günümüzün en önemli teknolojik gelişmelerinden biri olan yapay zeka, hayatımızın pek çok alanını etkilemektedir. Yapay zeka destekli sistemler sağlık, eğitim, ekonomi, güvenlik ve daha birçok alanda devrim niteliğinde değişimlere yol açmaktadır.

Ülkelerin, yapay zekanın potansiyel kazanımlarından faydalanmak amacıyla emniyetli ve güvenilir bir şekilde geliştirilmesi, uygulanması ve kullanımı için politikalar geliştirdiği görülmektedir. Bu politikalar stratejik hedeflerin tanımlanmasını, yeni kurumsal yapıların geliştirilmesini, hedeflere uygun hukuki düzenlemelerin yapılmasını ve hem kamu sektöründe hem de özel sektörde yapay zekayı etkili ve verimli bir şekilde kullanmak için gereken kapasitelerin üretilmesini kapsamaktadır.

Ancak, bu teknoloji ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda sağladığı olanaklar kadar, beraberinde bazı etik ve hukuki sorunları da gündeme getirmekte, doğası gereği riskler barındırmaktadır. Yapay zeka sistemleri daha yaygın hale geldikçe, insanların, organizasyonların ve çevrenin zarar görme potansiyeli de artmaktadır. Yapay zeka sistemlerinin neden olduğu zararlar, küçük çaplı olabildiği gibi ciddi boyutlara da ulaşabilmekte ve farklı insan gruplarını, farklı sektörleri ve hayatın çeşitli yönlerini etkileyebilmektedir.

Yapay zeka, sadece teknolojik bir gelişme değil, aynı zamanda toplumsal bir dönüşümün de aracıdır. Bu alandaki gelişmeleri yakından takip etmek ve ulusal

stratejilerimizi bu doğrultuda şekillendirmek, ülkemizin rekabet gücünü artıracaktır. Bu nedenle, yapay zeka programlarının etkilerini derinlemesine incelemek, adil ve etik bir şekilde geliştirilmesini sağlamak, uluslararası alanda yaşanmakta olan ve yapay zeka teknolojileri ile hızlanan dönüşüme ülkemiz adına katkı verebilmek için bir araştırma komisyonu kurulması büyük önem arz etmektedir.

Yapay zeka alanı bir tercih meselesi olmayıp. "Dijital Türkiye" vizyonu ve "Milli Teknoloji Hamlesi" doğrultusunda kalkınma hedeflerimizin en büyük taşıyıcılarından biridir. Yapay zeka etiği, güvenliği, istihdam üzerindeki etkileri ve eşitsizlik gibi konular titizlikle ele alınmalı ve bu teknolojinin ülkemizin geleceğine nasıl etki edeceği değerlendirilmelidir. Ayrıca, uluslararası alanda yapılan çalışmaların da incelenerek, dünya standartlarına uygun bir yaklaşımın belirlenmesi yapay zeka çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Cumhurbaşkanımızın da belirttiği gibi yapay zeka sistemlerinin ortak değerlerimize uygun olarak geliştirilmesini ve işletilmesini dc kapsayan bir anlayışla tasarlanması suretiyle, köklü medeniyet tecrübemizle harmanlanmış yeni bir teknoekonomik atılım yaparak topyekûn insanlığa değer katma imkânımızın bulunduğu ortadadır.

Yapay zeka etiği. güvenliği, istihdam üzerindeki etkileri ve eşitsizlik gibi konular ele alınarak, yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, hukuki altyapının ne olması gerektiği ve yapay zekanın doğasında barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin değerlendirilmesi amacıyla Anayasa'nın 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İç Tüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını saygılarımızla arz ederiz.

1)	Fatih DÖNMEZ	Eskişehir
2)	Şengül KARSLI	İstanbul
3)	Mustafa Hakan ÖZER	Konya
4)	Ercan ÖZTÜRK	Düzce
5)	Ali TEMÜR	Giresun
6)	Azmi EKİNCİ	İstanbul
7)	Murat Cahid CINGI	Kayseri
8)	İsmail OK	Balıkesir
9)	İbrahim Ethem TAŞ	Antalya
10)	Mustafa KÖSE	Antalya
11)	İbrahim YURDUNUSEVEN	Afyonkarahisar
12)	Necmettin ERKAN	Kırşehir
13)	Mustafa ARSLAN	Tokat
14)	Kadem METE	Muğla
15)	Mehmet Ali ÇELEBİ	İzmir
16)	Ayşen GÜRCAN	Eskişehir
17)	Mehmet Emin ÖZ	Erzurum

18)	Çiğdem KONCAGÜL	Tekirdağ
19)	Emel GÖZÜKARA DURMAZ	Bursa
20)	Abdürrahim DUSAK	Şanlıurfa
21)	Feyzi BERDİBEK	Bingöl
22)	Harun MERTOĞLU	Rize
23)	Seda GÖREN BÖLÜK	İstanbul
24)	Cüneyt YÜKSEL	İstanbul
25)	Büşra PAKER	İstanbul
26)	Orhan YEGİN	Ankara
27)	Ersan AKSU	Samsun
28)	Meryem GÖKA	Konya
29)	Ali İNCİ	Sakarya
30)	Sena Nur ÇELİK KANAT	İstanbul
31)	Resul KURT	Adıyaman
32)	Süleyman KARAMAN	Erzincan
33)	Mehmet BAYKAN	Konya
34)	Halil ELDEMİR	Bilecik
35)	Yahya ÇELİK	İstanbul
36)	Abdulkadir AKGÜL	Yozgat
37)	Lütfiye Selva ÇAM	Ankara
38)	Orhan KIRCALI	Samsun
39)	Muammer AVCI	Zonguldak
40)	Fatma Serap EKMEKCİ	Kastamonu
41)	Nazım ELMAS	Giresun
42)	Hasan ÇİLEZ	Amasya
43)	Meliha AKYOL	Yalova
44)	Yücel Arzen HACIOĞULLARI	İstanbul
45)	Mustafa OĞUZ	Burdur
46)	Selman ÖZBOYACI	Konya
47)	Cevahir Asuman YAZMACI	Şanlıurfa
48)	Ertuğrul KOCACIK	Sakarya
49)	Kaan KOÇ	Ardahan
50)	Ali Taylan ÖZTAYLAN	Balıkesir
51)	Mervan GÜL	Siirt
52)	Ömer ÖZMEN	Aydın
53)	Ömer İLERİ	Ankara
54)	Asuman ERDOĞAN	Ankara
55)	Mehmet Ali CEVHERİ	Şanlıurfa
56)	Ahmet ÇOLAKOĞLU	Zonguldak
57)	Şaban ÇOPUROĞLU	Kayseri
58)	Ferhat NASIROĞLU	Batman
59)	Hasan ARSLAN	Afyonkarahisar
60)	Seydi GÜLSOY	Osmaniye
61)	Derya BAKBAK	Gaziantep
62)	Selami ALTINOK	Erzurum
63)	Mustafa Hulki CEVİZOĞLU	İstanbul
64)	Nilgün ÖK	Denizli
65)	Suna KEPOLU ATAMAN	Diyarbakır
66)	Süleyman ŞAHAN	Yozgat
67)	Mustafa CANBEY	Balıkesir
68)	Mehmet Uğur GÖKGÖZ	Isparta
69)	Abdulkadir Emin ÖNEN	Şanlıurfa
70)	Rümeysa KADAK	İstanbul

71)	Yusuf AHLATCI	Çorum
72)	Cahit ÖZKAN	Denizli
73)	Ahmet Fethan BAYKOÇ	Ankara
74)	Yusuf Ziya ALDATMAZ	Bartın
75)	Şahin TİN	Denizli
76)	Yüksel COŞKUNYÜREK	Bolu
77)	Ümmügülşen ÖZTÜRK	İstanbul
78)	Ahmet BÜYÜKGÜMÜŞ	Yalova
79)	Saffet BOZKURT	Zonguldak
80)	Ziya ALTUNYALDIZ	Konya
81)	Ayşe BÖHÜRLER	Kayseri
82)	Hüseyin ALTINSOY	Aksaray
83)	Tuğba IŞIK ERCAN	İstanbul
84)	İshak ŞAN	Adıyaman
85)	İdris Nebi HATİPOĞLU	Eskişehir
86)	Emine YAVUZ GÖZGEÇ	Bursa
87)	Orhan ATEŞ	Bayburt
88)	Jülide SARIEROĞLU	Ankara
89)	Arslan TATAR	Şırnak
90)	Abdurrahim FIRAT	Erzurum
91)	Lütfi BAYRAKTAR	Sakarya
92)	İsmail GÜNEŞ	Uşak
93)	Rukiye TOY	Sivas
94)	Nazım MAVİŞ	Sinop
95)	Seda SARIBAŞ	Aydın
96)	Gökhan DİKTAŞ	Tekirdağ
97)	Kemal ÇELİK	Antalya

4. Milliyetçi Hareket Partisi Grubu adına Grup Başkanvekilleri Manisa Milletvekili Erkan AKÇAY ve Nevşehir Milletvekili Filiz KILIÇ'ın Yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların ve yasal altyapının belirlenmesi, yapay zekanın toplumsal alanda ortaya çıkarabileceği risklerin tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınabilmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/1602):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Yapay zekanın kazanmalarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, hukuki altyapının ne olması gerektiği ve yapay zekanın doğasında barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin değerlendirilmesi amacıyla Anayasa'nm 98 inci ve Türkiye Büyük Millet Meclisi îç Tüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını Milliyetçi Hareket Partisi Grubu olarak arz ederiz.

GEREKÇE

Yapay zeka son yıllarda teknolojinin en hızlı gelişen ve potansiyel olarak en etkileyici alanlarından biri haline gelmiştir. Bilim kurgu romanlarından bilim dünyasının gerçekliğine uzanan bir yolculuk olarak görülen yapay zeka, artık günlük hayatımızın her alanında varlık göstermeye başlamıştır. Ancak bu teknolojinin getirdiği faydalar kadar beraberinde getirdiği endişeler de mevcuttur.

Yapay zeka, özellikle veri analizi, tahminler, otomasyon ve karar destek sistemleri gibi alanlarda büyük potansiyele sahiptir. Sağlık hizmetlerinden fınans sektörüne, üretimden ulaşıma kadar pek çok alanda yapay zeka uygulamaları görmekteyiz. Örneğin, hastalık teşhisi konusunda yapay zeka destekli sistemlerin doktorlara yardımcı olduğu, finansal piyasalarda yapay zeka'nın karmaşık veri analizlerini yaparak yatırım stratejilerini optimize ettiği gibi örnekler mevcuttur.

Ancak yapay zeka'nın bu hızlı yayılması ve kullanımı beraberinde bazı endişeleri de getirmektedir. Veri gizliliği, işsizlik ve insan yerine makinelerin geçmesi gibi sosyal ve ekonomik sorunlar, yapay zeka'nın etik ve politik tartışmalarının odağında yer almaktadır. Örneğin, yapay zeka'nın insanların işlerini alması ve iş gücü piyasalarında büyük değişimlere neden olması gelecekteki istihdam politikalarının nasıl şekilleneceği konusunda ciddi soruları beraberinde getirmektedir.

Sonuç olarak, yapay zeka teknolojisinin gelişimi hem heyecan verici fırsatlar sunmakta hem de ciddi endişeleri beraberinde getirmektedir. Ancak aynı zamanda, yapay zeka'nın olası risklerini minimize etmek ve toplumun bu teknolojiye güvenini artırmak için gerekli adımları da atmaları gerekmektedir.

Yapay zeka, geleceğin belirleyici teknolojilerinden biri olmaya adaydır. Bu nedenle, bu teknolojinin ilerlemesini ve kullanımını etik, sosyal ve politik-bakış açılarıyla dengeli bir şekilde yönetmek büyük önem taşımaktadır.

Yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, hukuki altyapının ne olması gerektiği ve yapay zekanın doğasında barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin değerlendirilmesi amacıyla Anayasa'nm 98 inci-ve Türkiye Büyük Millet Meclisi İç Tüzüğü'nün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını Milliyetçi Hareket Partisi Grubu olarak arz ederiz.

5. Saadet Partisi Grubu adına Grup Başkanvekili İstanbul Milletvekili İsa Mesih ŞAHİN'in Yapay zeka alanındaki hedeflerin belirlenmesi, yasal altyapının oluşturulması ve yapay zeka projelerinin hızlanmasını sağlayacak çalışmaların yapılması amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/1800):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Ülkemizde Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025'e ilişkin 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi, 20/08/2021 tarihli ve 31574 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmişti. Ardından Yapay Zeka alanında adımlar atılmasını sağlamak üzere Ulusal Yapay Zeka Stratejisi 2021-2025 Eylem Planı'nın güncellenmesi kararlaştırılmış ve 2024-2025 Eylem Planı yayımlanmıştı.

ABD'nin açık ara önde, Çin'in ciddi atılımlar yaptığı, AB ülkelerinde de 200 Milyar Euro'yu aşkın bütçelerin ayrıldığı bu alanda, yine bakanlığın açıklamasına göre son yirmibir yıl içerisinde 14,3 milyar destek sağlandığı belirtilmektedir.

Her ne kadar bakanlık TÜBİTAK projelerinden, Yapay Zeka'dan istifade eden bakanlıklardan ve Yapay Zekayı tarımdan üretime hangi alanlarda kullandığımıza dair bir takım bilgileri kamuoyuyla paylaşmış olsa da, dünyanın geldiği nokta ile karşılaştırmalı olarak ve dünyanın tecrübelerinden de istifade amaçlı olarak Yapay Zeka alanında etik, hukuk, ar-ge, start-up, teşvik vb. hangi alanlarda neler yapmamız gerektiğiyle alakalı bir araştırma komisyonu kurulmasını ivedi olarak gerekli görmekteyiz. Bu meyanda Anayasa'mn 98. ve TBMM İç Tüzüğü'nün 104. ve 105. maddeleri gereğince Meclis araştırması açılmasını saygılarımızla arz ederiz.

GEREKÇE

Yapay Zeka ve teknolojiye hakim bir iş gücü oluşturmak için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimine büyük önem verilmesi gerektiği ortadadır. Özellikle Finlandiya, STEM eğitimine yaptığı yatırımla, yapay zeka alanında hızla ilerleyen yetkin bireyler yetiştirdi. Bu meyanda Yapay Zekanın eğitimsel temelini oluşturan matematik, veri bilimi ve programlama becerileri konusunda ülkemizin durumu ve benzer ülkelerdeki çalışmaların hangi düzeylerde olduğunun analizi önem arz etmektedir.

Örneğin Singapur, yaşam boyu öğrenme politikaları ile çalışanlarını sürekli eğiterek, teknolojik gelişmelere ayak uydurabilen bir iş gücü oluşturdu. Singapur gibi ülkelerin

tecrübesini incelemek ve çalışanların eğitimi konusunda hangi metotları uyguladıklarını araştırmak da yine gündemimize almamız gereken hususlar arasındadır.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler üniversiteler ve araştırma merkezlerine büyük yatırımlar yaparak yapay zeka alanındaki bilimsel araştırmaları desteklemektedirler. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri, Stanford, MİT gibi üniversiteleriyle bu alanda birçok yenilikçi buluşa imza atmış ve Yapay Zeka start-up ekosisteminin önünü açmıştır. Örneğin Çin, çok uzak bir tarihte değil, henüz 2017 yılında yayımlana "Yeni Nesil Yapay Zeka Geliştirme Planı" ile Yapay Zeka teknolojilerinin geliştirilmesi için ciddi kaynaklar ayırmış, ulusal düzeyde araştırma enstitüleri ve teknoloji merkezleri kurulmasını teşvik etmiştir. Bakanlığımızın bu alandaki gelecek vizyonunu ve bugüne dek somut olarak hangi adımların atıldığını öğrenmek de önem arz etmektedir.

Bu alandaki teknolojilerin hızlı gelişimi, etik ve mahremiyet konusunda ciddi zorluklar doğurduğu bilinmektedir. Örneğin ABD'de Cambridge Analytica skandalı, kişisel verilerin nasıl kötüye kullamlabileceğinin bir örneği idi. Yapay Zeka'nm güvenilir ve şeffaf bir şekilde yönetilmemesi, toplumsal güveni sarstığı gibi, dijital uçurumun derinleşmesine de sebebiyet verebilmektedir. Örneğin Avrupa Birliği, "Al Act" adı verilen yasa tasarısı ile bu konuda oldukça kapsamlı bir düzenleme getirmeyi amaçlamıştır. Amaç, Yapay Zeka sistemlerinin güvenilir, şeffaf ve insan haklarına saygılı şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Türkiye'de de bu alanda hangi adımların atıldığını bilmek; uzmanların yetiştirilmesi ve bir hukuk ekosistemi oluşturmak elzemdir.

Veri koruma yasaları da (AB'nin GDPR yasası gibi) bu konunun içindedir. Kişisel verilerin nasıl toplanıp kullanılacağını düzenleyerek toplumsal güveni sağlama amaçlı ve aynı zamanda fikri mülkiyet haklan, Yapay Zeka ile geliştirilen yeniliklerin korunmasına olanak tanır. Hukuki altyapı, hem tüketicilerin hem de girişimcilerin bu alanda güvenle hareket edebilmeleri için zorunludur. Bu alanda gelişmiş ülkelerin sistemlerini analiz etmek ve hukuk sistemini bu alana hazırlıklı hale getirmek ivedi zorunluluklarımız arasmdadır.

Siber güvenlikten özel sektörün Yapay Zeka alanında desteklenmesiyle ilgili projelere kadar Silikon Vadisi benzeri start-up ekosisteminin geliştirilmesi yönünde nelerin yapıldığını bilmek ve bu hedefin gelişimi için ortak akılla hareket etmek de bir o kadar önemlidir.

İdeal olan, devlet ve özel sektörün birlikte hareket ettiği bir ekosistemdir. İsrail, bu konuda başarılı bir örnek olarak gösterilmektedir. Devlet, güvenlik ve teknoloji alanlarında stratejik araştırmalar yaparken, özel sektör bu araştırmaları ticari uygulamalara dönüştürmekte uzmanlaşmıştır. Bu işbirliği modeli, hem devletin yönlendirme gücünü hem de özel sektörün

inovasyon yeteneğini birleştirmektedir. Bakanlığın bu şekilde sürdürülebilir ve yenilikçi modellerdeki hedeflerinin neler olduğunu belirlemek; bu sürece temel teşkil edecek finansal desteğin nasıl sağlanabileceğini planlamak da inovatif planlar arasında yer almalıdır.

Bir ülkenin Yapay Zeka alanındaki seviyesi yerliler kadar yabancı yatırımcı için de cazip imkanlar ve projeler sunmadaki becerisiyle doğru orantılıdır. Örneğin İrlanda, uluslararası teknoloji devlerini çekmekte başarılı olmuş, birçok küresel firmanın operasyon merkezilerine de ev sahipliği yapmaktadır. "Yapay Zeka alanında yabancı yatırımcı çekme devletimizin planları arasında mıdır?" sorusu önemlidir ve yabancı şirketler, araştırmacılar ve yatırımcılar için bakanlığın hazırladığı -varsa- yakın-orta-uzun vade planları, kamuoyuyla ivedilikle paylaşılmalıdır.

Yapay Zeka için geniş kapsamlı veri erişimi ve bulut altyapısı, projelerin ölçeklenebilirliğini ve hızını doğrudan etkiler. Amazon AWS gibi dev bulut hizmet sağlayıcıları, dünya çapında Yapay Zeka projelerinin altyapısal ihtiyaçlarını karşılayarak inovasyonun önünü açmaktadır. Bizdeki Bulut bilişim ve veri erişimi altyapısı verimlilik ve yeterlilik kapasitesinin bilinmesi, eksiklerin tamamlanması atılacak adımlar arasında yer almalıdır. Ülkemizdeki Yapay Zeka projeleri için gerekli olan veri merkezleri, bulut bilişim altyapısı ve büyük veri erişimi gücünün ne olduğunun bilinmesi elzemdir.

Yapay zeka uygulamalan için yüksek hızlı veri iletişimi çok önemlidir. Mesela Güney Kore, 5G teknolojisini ilk uygulayan ülkelerden biri olarak, Yapay Zeka projelerinin hızlanmasını sağlayan dijital altyapıya sahip. Dijital altyapı sistemimizin Yapay Zeka çalışmalanyla uyumlu olup olmadığı da araştınlması ve eksiklerinin ivedilikle giderilmesi gereken alanlar arasındadır.

Yapay Zeka teknolojisinin kültürel ve toplumsal kabulüne ilişkin çalışmalarımız olup olmadığı da önemsenmesi gereken konular arasındadır? Mesela Japonya gibi ülkelerde robotik sistemlerin toplumsal kabulüne ilişkin ciddi çalışmalar söz konusudur. Bunlara ilişkin inceleme-analiz süreçlerinin ne durumda olduğu, üniversitelerden bu sosyolojik ve sosyo-kültürel çabayla ilgili bir vizyon planı talep edilip edilmediği de hazırlıklı olunması gereken konular arasındadır.

Orta ve uzun vade planları hazırlamak da liste başına konması gereken meselelerimiz arasındadır. Mesela Çin 2030 yılına kadar bu alanda dünya lideri olma hedefiyle yol yürümekte ve çalışmalarını hızlandırmaktadır. "Türkiye'nin kendi ölçeğini belirleme planları nelerdir?" sorusu bu süreçlerin en başına konması gereken sorular arasında olmalıdır. Gücüyle

doğru orantılı bir vizyon çerçevesi ve planı olmayan bir yürüyüşün başarılı olma şansı da kadük kalacaktır. Kervan yolda düzülür mantığının çağdaş dünyada yeri yoktur.

Bakanlığın açıklamalarında Yapay Zeka'dan istifade edilen alanlar sayılmaktadır. Mesela "Akıllı Tarım" bunlardan biridir. Bu alanda Hollanda'nın dünyada lider ülkeler arasında olduğu bilinmektedir. Bakanlığın açıklamasında soyut olarak zikredilen alanlarla ilgili somut bilgi paylaşımı önemlidir! Mesela Yapay Zekaya dayalı "Akıllı Tarım" uygulamalarından hangisinden sahada istifade edilmektedir? Çiftçilere ilişkin bu alanda bir eğitim söz konusu mudur yoksa bakanlığın açıklaması sadece devlet planlamasına ilişkin midir? Eğer öyleyse tarımın hangi alanında ülkeye fayda getirici tarzda somut şekilde Yapay Zeka'dan istifade edildiği kamuoyuyla paylaşılmalıdır. Hakeza bu çalışmalar eğitimde ne türden bir toplumsal faydaya tekabül etmektedir? Üretimdeki etkisi nedir? Bu projelerin somut karşılıklarının ne türde ve hangi düzeyde olduğu somut biçimde toplumla paylaşılmalıdır ki aynı zamanda teşvik edici olsun.

Yapay Zeka alanında hedeflerimizi belirlemek, vizyonumuzu oluşturmak, eksik kaldığımız yönleri belirlemek, gücümüze rağmen atıl kaldığımız alanları tespit etmek ve etikten eğitime, siber güvenlikten tarıma, üretimden teşvike, ar-ge ve start-up alanlarının geliştirilmesine kadar toplumsal sinerji ve güvenlik zemini oluşturma ve bütün bunlara ilişkin planlamaları belirmeme adına bir komisyon kurulması önem arz etmektedir.

6. İYİ Parti Grubu adına Grup Başkanvekili İstanbul Milletvekili Mehmet Satuk Buğra KAVUNCU'nun Yapay zeka teknolojileri alanında atılması gereken stratejik adımların belirlenerek etkili ve güvenli kullanımın sağlanabilmesi amacıyla bir Meclis araştırması açılmasına ilişkin önergesi (10/1801):

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Yapay zekâ, insan zekâsı gerektiren faaliyetlerin makineler tarafından gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. İnsan gibi düşünebilen, karar verebilen, problem çözebilen ve çeşitli görevleri yerine getirebilen bir sistemi ifade etmektedir. Duyma, anlama, hareket etme ve öğrenme gibi yetenekleri mümkün kılan teknolojilerin bir bütünü olarak kabul edilmektedir. İşletmelerde operasyonel verimliliği artırmak için kullanılmakta ve robotlar aracılığıyla sunulmaktadır. Yapay zekâ, yazılım ve robotik sistemler kullanarak kategorileştirme, karar verme, konuşma tanıma ve görsel analiz gibi alanlarda insan zekâsını taklit eden sistemler ya da görevleri de otonom şekilde gerçekleştirebilmektedir.

Yapay zekâ, küresel çapta hızla gelişen ve büyük yatırımlar alan bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda dünya genelinde büyük bir ilgi ve yatırım odağı haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler, yapay zekânın yeteneklerini artırmış, bu da hem kamunun hem de özel sektörün bu alana olan yatırımlarının artmasına neden olmuştur.

Yapay zekânın öngörülemez bir hızda gelişimi, toplumsal, ekonomik, etik ve hukuki boyutlarda büyük tartışmalara yol açmaktadır. Yaşanan gelişim, bu teknolojinin potansiyelini artırırken bu durumun aynı zamanda kontrol edilemez hale gelmesi konusunda ciddi endişeleri de beraberinde getirmektedir.

Devletler arasında yapay zekâ araştırma ve geliştirme çalışmalarında ciddi bir rekabet bulunmaktadır. Türkiye'nin bu rekabette ileri gidebilmesi ve konumunu güçlendirebilmesi, yapay zekâ teknolojilerinde mevcut durum ile bu alandaki fırsatlarla yapılması gereken stratejik adımların tespit edilmesi, yapay zekânın gelişiminini ve kullanımını kontrollü hale getirmek amacıyla Anayasa'nın 98'inci, Türkiye Büyük Millet Meclisi İçtüzüğü'nün 104 ve 105'inci maddeleri uyarınca Meclis Araştırması açılmasını arz ve teklif ederiz.

GEREKÇE

Yapay zekâ, insanların zekâ olarak nitelendirdiği faaliyetlerin bir makine tarafından gerçekleştirilebilmesi olarak kabul edilir. Yapay zekâ, insan gibi düşünebilen, kararlar alabilen, insanların odaklandığı işleri yapabilen ve problemleri çözebilen makineler anlamına

gelir. Aynı zamanda, duyma, kavrama, hareket etme ve öğrenme gibi yetenekleri makineler ile mümkün kılan gelişmiş teknolojilerin bir bütünü olarak tanımlanır. Yapay zekâ, işletmelere operasyonel verimliliği artırmak ve güçlendirmek amacıyla uygulanabilir; insanlar gibi davranan insansı veya insansı olmayan robotlar aracılığıyla tanıtılır ve makine zekâsı olarak adlandırılır. Yapay zekâ, birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kategorileştirme, karar verme, tavsiye, konuşma tanıma ve görsel analiz gibi görevlerde insan zekâsını taklit edebilen bir sistem olarak tanımlanır ya da insan müdahalesine ihtiyaç duyan görevleri yerine getirebilen yazılım ya da robotik sistem olarak işlev görür.

Yapay zekâ, öngörülemez bir hızda gelişmektedir. Yapay zekânın bu öngörülemez ve korkutucu bir hızda gelişimi büyük tartışmalara yol açmaktadır. Yaşanan bu durumun aynı zamanda kontrol edilemez hale gelmesi konusunda ciddi endişeler mevcuttur. Etik ve hukuk alanında önemli sorunlara sebep olmaktadır. Örneğin bir şahsın sesi veyahut yüzü kullanılarak gerçeğinden ayırt edilemeyecek şekilde sahte dijital görüntüler meydana getirilebilmektedir.

Yapay zekâya yapılan küresel yatırımlar son birkaç yılda hızla artmıştır. Yapay zekânın makinelerin içindeki verilerin mantık hatası içermesi, ürün ve hizmetlerin mali itibarına zarar vermesi, işletmelerin yeterli yatırımı yapmamaları durumunda rakiplerinden geri kalmaları gibi riskleri de mevcuttur. Bu risklerin giderilmesi ve geri kalmanın engellenmesi için bu alana ilişkin ciddi yatırım ve çalışmalar yapılmaktadır. Uluslararası veri analizlerine göre, yapay zekâ teknolojilerine yapılan küresel yatırımlar milyarlarca dolar boyutundadır. Bu yatırımlara ilişkin trendin önümüzdeki yıllarda da katlanarak devam etmesi beklenmektedir.

Devletler arasında yapay zekâ araştırma ve geliştirme alanında yoğun bir rekabet söz konusudur. Bu teknolojinin araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) alanındaki rekabet, günümüzün en stratejik yarışlarından biri haline gelmiştir. Ülkeler arasındaki bu rekabet, yeni teknolojik üstünlük ve güç dengelerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, yapay zeka teknolojilerindeki mevcut durum, bu alandaki fırsatlar ve atılması gereken stratejik adımların belirlenmesi gerekmektedir. Ezcümle Türkiye'nin bu rekabette öne çıkabilmesi ve konumunu güçlendirebilmesi elzemdir. Lakin bu zorunluluğun yanında bu kadar önemli ve tehlikeli bir teknolojinin, gelişiminin ve kullanımının da kontrol haline alınması gerekmektedir.

TAKDİM YAZISI

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ

Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu
(10 / 235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801)

Sayı: Z-13675004-130.05-1807465 26.02.2026
Konu: Komisyon Raporu

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞINA

Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan 10 / 235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801 Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu Anayasa'nın 98 inci ve İçtüzük'ün 104 ve 105 inci maddeleri çerçevesinde çalışmalarını tamamlamış bulunmaktadır.

14.01.2025 tarihinde göreve başlayan Komisyonun yaptığı çalışmalar sonucunda düzenlediği Rapor ekte sunulmuştur.

Gereğini arz ederim. Saygılarımla.

Fatih DÖNMEZ
Eskişehir Milletvekili
Komisyon Başkanı

KOMİSYONUN KURULUŞU VE ÇALIŞMALARI

A MECLİS ARAŞTIRMASI ÖNERGELERİNİN KONUSU VE ÖZETİ

28. Yasama Dönemi'nde, *"Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi"* amacıyla verilen:

Diyarbakır Milletvekili Ceylan Akça CUPOLO ve 20 Milletvekilinin (10/235), İstanbul Milletvekili Yunus EMRE ve 20 Milletvekilinin (10/837), Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ ve 96 Milletvekilinin (10/1601), Milliyetçi Hareket Partisi Grubu adına Grup Başkanvekilleri Manisa Milletvekili Erkan AKÇAY ve Nevşehir Milletvekili Filiz KILIÇ'ın (10/1602), Saadet Partisi Grubu adına Grup Başkanvekili İstanbul Milletvekili İsa Mesih ŞAHİN'in (10/1800), İYİ Parti Grubu adına Grup Başkanvekili İstanbul Milletvekili Mehmet Satuk Buğra KAVUNCU'nun (10/1801) Esas Numaralı önergelerinin 02.10.2024 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) Genel Kurulu tarafından kabul edilmesiyle *"Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi"* amacıyla Meclis Araştırma Komisyonu kurulmuştur.

14.01.2025 tarihinde çalışmalarına başlayan söz konusu Meclis Araştırması Komisyonunun kurulmasına yönelik önergelerin gerekçeleri incelendiğinde özetle;

- İnsanların zekâ olarak nitelendirdiği faaliyetlerin bir makine tarafından gerçekleştirilebilmesi olarak tanımlanabilecek yapay zekânın, öngörülemez bir hızda geliştiği, hayatımızın pek çok alanını etkilediği, birçok sektörde yaygın kullanılan yapay zekâ teknolojilerinin çok büyük ekonomik potansiyeli barındırdığı,
- Yaşanan bu gelişimin aynı zamanda kontrol edilemez hale gelmesinin etik ve hukuk alanında sorunlara sebep olabileceği ve riskler barındırdığı,
- Yapay zekânın sadece teknolojik bir gelişme değil, aynı zamanda toplumsal bir dönüşümün de aracı olduğu,
- Teknoloji şirketlerinin artmasının bir yandan işgücü piyasası üzerinde dijital alanda profesyonelleşen işgücü talebini arttırdığı düşünülürken, yapay zekânın otomasyon alanındaki işgücü miktarını azaltacağını iddia eden çalışmalar sebebiyle küresel anlamda bir işsizliği beraberinde getirmesinin beklendiği,

- Yapay zekâ destekli sistemlerin sağlık, eğitim, ekonomi, güvenlik ve daha birçok alanda devrim niteliğinde değişimlere yol açtığı,
- Ülkelerin, yapay zekânın potansiyel kazanımlarından faydalanmak amacıyla emniyetli ve güvenilir bir şekilde geliştirilmesi, uygulanması ve kullanımı için politikalar geliştirdiği ve bu politikaların stratejik hedeflerin tanımlanmasını, yeni kurumsal yapıların geliştirilmesini, hedeflere uygun hukuki düzenlemelerin yapılmasını, kamu ve özel sektörde yapay zekâyı etkili ve verimli bir şekilde kullanmak için gereken kapasitelerin üretilmesini kapsadığı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin üniversiteler ve araştırma merkezlerine büyük yatırımlar yaparak yapay zekâ alanındaki bilimsel araştırmaları desteklediği,
- Yapay zekâya yapılan küresel yatırımların son birkaç yılda hızla arttığı ve bunun önümüzdeki yıllarda da katlanarak devam etmesinin beklendiği,
- Devletler arasında yapay zekâ araştırma ve geliştirme alanında yoğun bir rekabet bulunduğu ve bu alandaki rekabetin, günümüzün en stratejik yarışlarından biri haline geldiği, bunun da yeni teknolojik üstünlük ve güç dengelerinin oluşmasına neden olması sebebiyle bu alandaki fırsatlar ve atılması gereken stratejik adımların belirlenmesi gerektiği,
- Yapay zekâ ve teknolojiye hâkim bir iş gücü oluşturmak için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimine büyük önem verilmesi gerektiği,
- Sonuç olarak, yapay zekâ teknolojisinin gelişiminin hem heyecan verici fırsatlar sunduğu hem de ciddi endişeleri beraberinde getirdiği, bu nedenle yapay zekanın olası risklerini minimize etmek ve toplumun bu teknolojiye güvenini artırmak amacıyla gerekli adımların atılması gerektiği,
- Yapay zekâ etiği, güvenliği, istihdam üzerindeki etkileri ve eşitsizlik gibi konular ele alınarak, yapay zekânın kazanımlarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, hukuki altyapının ne olması gerektiği ve yapay zekânın doğasında barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin değerlendirilmesi gerektiği,

hususlarına yer verilmiştir.

B KOMİSYONUN KURULUŞU, GÖREV SÜRESİ VE KOMİSYON ÜYELERİ

Anayasa'nın 98 inci, TBMM İçtüzüğünün 104 ve 105 inci maddeleri gereğince verilmiş olan 10/235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801 Esas Numaralı Meclis araştırması önergeleri, TBMM Genel Kurulunun 02.10.2024 tarihli 2'nci Birleşiminde görüşülmüştür. Bu görüşmelerden sonra, önergelerde belirtilen hususlarla ilgili bir Meclis Araştırması Komisyonu kurulmasına karar verilmiştir. TBMM'nin bu konudaki 1426 sayılı Kararı 05.10.2024 tarihli ve 32683 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Söz konusu Kararda; Meclis Araştırması Komisyonunun 22 üyeden oluşması, Komisyonun çalışma süresinin Başkan, Başkanvekili, Sözcü, Kâtip seçimi tarihinden başlamak üzere 3 ay olması ve gerektiğinde çalışmalarını Ankara dışında da yapabileceği hususlarına yer verilmiştir.

TBMM'nin 07.01.2025 tarihli 56'ncı Birleşiminde Komisyon üye seçimi yapılmıştır. TBMM'nin bu konudaki 1438 sayılı Kararı 16.01.2025 tarihli ve 32784 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır.

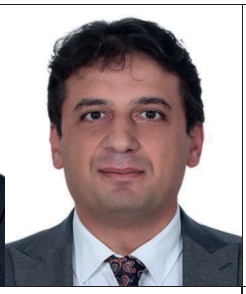
Komisyon, Meclis Başkanlığının çağrısı üzerine yapılan 14.01.2025 tarihli ilk toplantısında Komisyon Başkanı, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip seçimini gerçekleştirmiştir. Komisyon bu toplantıda, hazır bulunan üyeler arasından en yaşlı üye sıfatıyla Kayseri Milletvekili Ayşe BÖHÜRLER'in geçici başkanlığında toplanmıştır. Yapılan gizli oylama sonucu Komisyon Başkanlığına Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ, Başkanvekilliğine Ankara Milletvekili Jülide SARIEROĞLU, Komisyon Sözcülüğüne İstanbul Milletvekili Büşra PAKER, Komisyon Kâtipliğine Mersin Milletvekili Levent UYSAL seçilmiş ve Komisyon çalışmalarına başlamıştır.

Komisyona verilen 3 aylık çalışma süresinin sonuna yaklaşıldığında, konunun kapsamlı bir çalışma gerektirmesi dikkate alınarak bu süre içinde inceleme, araştırma ve rapor yazım sürecinin bitmeyeceğinin anlaşılması üzerine; Komisyonun 08.04.2025 tarihli kararıyla bir aylık ek süre istenmesine karar verilmiştir. Komisyon, TBMM İçtüzüğünün 105 inci maddesinin ikinci fıkrası gereğince, 14.04.2025 tarihinden geçerli olmak üzere, 1 aylık ek süre istenmesine karar vermiştir. Komisyonun bu Kararı doğrultusunda, TBMM Genel Kurulunun 09.04.2025 tarihli 74'üncü Birleşiminde aldığı 1445 sayılı Kararı ile Komisyonun çalışma süresi; 14.04.2025 tarihinden itibaren 1 ay uzatılmıştır. TBMM'nin bu konudaki Kararı 11.04.2025 tarihli ve 32867 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Komisyon görev süresi 14.05.2025 tarihinde sona ermiştir.

Komisyon Üyeleri ve Seçim Çevreleri

Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan 10 / 235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801 Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonu

BAŞKAN	BAŞKANVEKİLİ	SÖZCÜ	KÂTİP
Fatih DÖNMEZ **Eskişehir**	**Jülide SARIEROĞLU** **Ankara**	**Büşra PAKER** **İstanbul**	**Levent UYSAL** **Mersin**
KOMİSYON ÜYELERİ			
Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ **Adana**	**Lütfiye Selva ÇAM** **Ankara**	**Zeynep YILDIZ** **Ankara**	**Hasan ÖZTÜRK** **Bursa**
Cahit ÖZKAN **Denizli**	**Sema SİLKİN ÜN** **Denizli**	**Şahin TİN** **Denizli**	**Sevilay ÇELENK ÖZEN - Diyarbakır**

			
Utku ÇAKIRÖZER **Eskişehir**	**Yunus EMRE** **İstanbul**	**Tuğba IŞIK ERCAN** **İstanbul**	**Ednan ARSLAN** **İzmir**
Mehmet Ali ÇELEBİ **İzmir**	**Ayşe BÖHÜRLER** **Kayseri**	**Selman ÖZBOYACI** **Konya**	**Gizem ÖZCAN** **Muğla**
Zülküf UÇAR **Van**	**İbrahim Ethem SEDEF** **Yozgat**		

C KOMİSYON ÇALIŞMA SÜRECİ HAKKINDA USUL VE ESASLAR

Komisyon; Başkan, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip seçiminin yapıldığı 14.01.2025 tarihinden itibaren çalışmalarına başlamıştır. Komisyon Başkanının önerisi üzerine ilk toplantıda Komisyon çalışmaları için gerekli olan kararlar alınmıştır.

Komisyonun 14.01.2025 tarihinde yaptığı ilk toplantısında;

1. Komisyonun gerekli görmesi hâlinde, Komisyon olarak ya da oluşturulacak alt komisyonlar marifetiyle mahallinde inceleme ve araştırmalar yapmasına,
2. Komisyon toplantılarında ve Ankara dışı çalışmalarda tam tutanak tutulmasına,
3. Komisyonun Genel Kurul çalışma saatlerinde de çalışma yapabilmesi için Meclis İçtüzüğü'nün 35 inci maddesi uyarınca Başkanlık Divanı'ndan izin istenmesine,
4. Komisyonun uygun gördüğü çalışmalarını kamuoyuna duyurabilmek amacıyla internet sitesi kurulmasına ve e-posta adresi alınmasına,
5. Komisyon süresince ilgili kurum ve kuruluşlardan konu ile ilgili uzman görevlendirilmesi ile ilgili işlemlerin ve yazışmaların yapılmasında, davet edilecek kişi ve kurumların tespiti hususlarında Komisyon Başkanlığı'nın yetkili kılınmasına,
6. Ankara dışında yapılacak inceleme ve çalışmalara belirlenecek komisyon uzmanları ile kamu kurum ve kuruluşlarından görevlendirilen personelin katılmasına,
7. Rapor yazımında Komisyon Başkanlığı'na redaksiyon yetkisi verilmesine,
8. Ankara'da yapılan Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere çağrılan davetliler ile diğer kurum ve kuruluşlardan görevlendirilen uzmanların ulaşım ve iaşe bedellerinin karşılanmasına,

karar verilmiştir.

D KOMİSYON ÇALIŞMALARI SÜRECİ

Komisyonun çalışmaları süresince 13 toplantı yapılmış, ilgili kurum ve kuruluş, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerden oluşan 119 kişi dinlenmiş; Komisyon çalışmalarında ve rapor yazımında yararlanmak amacıyla tüm paydaşlardan 48 adet bilgi notu/rapor temin edilmiştir.

Komisyonun 4 aylık çalışma süresi boyunca 3 çalışma ziyareti ve 1 zirve gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalar neticesinde oluşturulan Taslak Komisyon Raporu, Komisyon üyelerine 26.01.2026 tarihinde dağıtılmıştır. Komisyon üyeleri bu Taslak Rapor üzerindeki değerlendirme ve görüşlerini ise; 13.02.2026 tarihine kadar Komisyon Başkanlığına iletmişlerdir.

Üyelerden gelen öneri ve görüşler çerçevesinde nihai şekli verilen söz konusu Komisyon Raporu 26.02.2026 tarihinde TBMM Başkanlığı'na sunulmuştur.

D.1 Komisyonda Yapılan Toplantıların Konusu, Bilgi Alınanlar ve Tutanaklar

Komisyonda yapılan Başkanlık Divanı Seçimi ve sonrasında yapılan 13 Komisyon Toplantısına ilişkin tablo ve açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

D.1.1 14/01/2025 Tarihli Başkan, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip Seçimi

14.01.2025 tarihli toplantıda Komisyon başkanı, başkanvekili, sözcü ve kâtibinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Komisyon Başkanlığına Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ, Başkanvekilliğine Ankara Milletvekili Jülide SARIEROĞLU, Komisyon Sözcülüğüne İstanbul Milletvekili Büşra PAKER, Komisyon Kâtipliğine Mersin Milletvekili Levent UYSAL seçilmiştir. Söz konusu toplantıda Komisyon çalışmaları için gerekli olan, yukarıda "Komisyon Çalışma Süreci Hakkında Usul ve Esaslar" başlığı altında belirtilen kararlar alınmıştır.

D.1.2 28/01/2025 Tarihli (1.) Toplantı

Komisyonun çalışma programının belirlenmesi, Komisyonda görevlendirilecek uzmanların değerlendirilmesi, Komisyonda dinlenecek kamu kurum ve kuruluşları, meslek örgütleri, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler ile diğer ilgili kişilerin tespit edilmesi konuları görüşülmüştür.

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4086

D.1.3 04/02/2025 Tarihli (2.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Yusuf TANCAN	Dijital Dönüşüm Ofisi - Başkanvekili
Furkan CİVELEK	Dijital Dönüşüm Ofisi - Daire Başkanı
Şeyma ÖZCAN	Dijital Dönüşüm Ofisi - Daire Başkanı
Ramazan TERZİ	Dijital Dönüşüm Ofisi - Birim Müdürü
İlayda SÜER	Dijital Dönüşüm Ofisi - Analist

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4092

D.1.4 11/02/2025 Tarihli (3.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Rıdvan KAHVECİ	Bilgi Teknolojileri Kurumu - Başkan Yardımcısı
Mahmut Esat YILDIRIM	Bilgi Teknolojileri Kurumu - Daire Başkanı
Mustafa ERMİŞ	Bilgi Teknolojileri Kurumu - Daire Başkanı
Prof. Dr. Faruk BİLİR	Kişisel Verileri Koruma Kurumu - Başkan
Ersin CAN	Kişisel Verileri Koruma Kurumu - Veri Güvenliği ve Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanı
Ezgi ERGÜNEŞ DURAN	Kişisel Verileri Koruma Kurumu - Hukuk İşleri Dairesi Başkanı
Beste EKİN	Kişisel Verileri Koruma Kurumu - Uzman
Ezgi TURGUT BİLGİÇ	Kişisel Verileri Koruma Kurumu - Uzman

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4098

D.1.5 18/02/2025 Tarihli (4.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Zafer KÜÇÜKŞABANOĞLU	Yapay Zekâ Politikaları Derneği - Başkan
Volkan KILIÇ	Yapay Zekâ Politikaları Derneği - Başkan Yardımcısı
Doç. Dr. M. Umut DEMİREZEN	Yapay Zekâ Politikaları Derneği - Başkan Yardımcısı
Mehmet Ali TOMBALAK	Bilişim Sanayicileri Derneği - Başkan
Lütfi YENEL	Bilişim Sanayicileri Derneği - Üye
Gökhan YURDAKUL	Bilişim Sanayicileri Derneği - Üye
Meltem BAĞDATLI	Bilişim Sanayicileri Derneği - Genel Sekreter
Bilal EREN	Açık Veri ve Teknoloji Derneği - Başkan
Okşan Gülşen KÖMÜRCÜ ATALAY	Açık Veri ve Teknoloji Derneği - Genel Sekreter
Gürkan ATABAY	Açık Veri ve Teknoloji Derneği - Kurumsal İletişim Sorumlusu
Sertel ŞIRACI	Açık Veri ve Teknoloji Derneği - Sayman

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4106

D.1.6 25/02/2025 Tarihli (5.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Dr. Özgür SEZER	Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü - Genel Müdür
Muhammed Şakir TOPRAK	Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü - Genel Müdür Yardımcısı
Gamze CİMİLLİ	Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü - Daire Başkanı
Prof. Dr. Hakkı Muammer KARAKAŞ	Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü - Başkan
Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU	Gazi Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Deniz Can ALİŞ	HEVİ AI - Kurucusu ve Yöneticisi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4111

D.1.7 11/03/2025 Tarihli (6.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Merve HICKOK	Michigan Üniversitesi - Öğretim Üyesi / Yapay Zekâ ve Dijital Politika Merkezi - Başkan
Melike TANBERK	Cambridge Üniversitesi - Araştırmacı
Prof. Dr. Ahmet Ulvi TÜRKBAĞ	İstanbul Medipol Üniversitesi - Öğretim Üyesi

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4131

D.1.8 18/03/2025 Tarihli (7.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Mert ÖZARAR	Hazine ve Maliye Bakanlığı - Bilgi Teknolojileri Genel Müdürü
Nuray SERDAROĞLU ERBİL	Hazine ve Maliye Bakanlığı - Risk Analizi Genel Müdürü
Lütfi Alp ERGÜN	Hazine ve Maliye Bakanlığı - BTGM Genel Müdür Yardımcısı
Özlem PAKKAN	Hazine ve Maliye Bakanlığı - BTGM Genel Müdür Yardımcısı
Arif Hakkı BATUR	Hazine ve Maliye Bakanlığı - BTGM Genel Müdür Yardımcısı
Seray AYDIN ÇETİNKAYA	Hazine ve Maliye Bakanlığı - Daire Başkanı
Özgün ÇÖLLÜOĞLU GÜLEN	Hazine ve Maliye Bakanlığı - Kıdemli Proje Yöneticisi
Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT	Chicago Üniversitesi - Öğretim Üyesi
İlker KURUÖZ	Garanti BBVA - Genel Müdür Yardımcısı
Ali Özgür TÜZEMEN	Garanti BBVA - Veri ve İleri Analitik Direktörü
Mehmet Sinan TOKTAY	Insider - CTO

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4138

D.1.9 25/03/2025 Tarihli (8.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Özgür TÜRK	MEB - Bilgi İşlem Genel Müdürü
Ahmet Şamil DEMİRCAN	MEB - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdür Yardımcısı
Cennet ERKANAT	MEB - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Daire Başkanı
Birtan YILDIZ	MEB - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Daire Başkanı
Sümeyye Hatice ERAL	MEB - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Daire Başkanı
Harun ÇİFTCİ	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Satış ve Pazarlama Genel Müdür Yardımcısı
Sertan OKAN	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Üretim Genel Müdür Yardımcısı
Sertaç AKDOĞAN	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Eğitsel Tasarım Takım Kaptanı
Seden KOZAN	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - PR Yöneticisi
Özlem EREKER DEVA	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Pazarlama İletişim Yöneticisi
Sinan Cem DAĞTEKİN	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Yapay Zekâ Uzman Mühendisi
Mert KİRİŞÇİ	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - İçerik Uzmanı
Prof. Dr. Eren CEYLAN	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Sebit Akademik Danışman
Songül SELVİ	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Kurumsal İletişim Direktörlüğü Kıdemli Uzmanı
Tolga PANCAR	Sebit Eğitim ve Bilgi Teknolojileri Şirketi - Regülasyon İlişkileri Kıdemli Uzmanı
Prof. Dr. Veysel BOZKURT	İstanbul Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Aras BOZKURT	Anadolu Üniversitesi - Açıköğretim Fakültesi Dekanı
Oğuz Kaan OLGUN	Bozüyük Fen Lisesi - Öğrenci

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4144

D.1.10 08/04/2025 Tarihli (9.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Servet GÜL	Adalet Bakanlığı - Bilgi İşlem Genel Müdürü
Mehmet AYTEKİN	Adalet Bakanlığı - Daire Başkanı
İlknur BAYRAK	Adalet Bakanlığı - Bilgi İşlem Müdürü
Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK	Galatasaray Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Avukat Dr. Ali GÖKSU	NewMind AI - Kurucusu
Fatma Gözde KARDEŞ	NewMind AI
Fatih TÜMEN	NewMind AI
Muhammed Sadullah GÜZEL	NewMind AI

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4151

D.1.11 15/04/2025 Tarihli (10.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Barış YENİDÜNYA	Deloitte – Engineering, AI ve Data Ortağı
Melisa ALTINSOY	Deloitte - Veri Bilimci
Özgür DEMİR	Deloitte - İş Geliştirme Koordinatörü
Serter BALTACI	E&Y-Veri ve Analitik Hizmetlerinden Sorumlu Şirket Ortağı
Serhat AKMEŞE	E&Y- Şirket Ortağı
Kerem KAÇAR	E&Y - Şirket Ortağı
Reyzi Devrim PAMİR	E&Y - Veri ve Analitik Danışmanlığı Direktörü
Engin ŞAYAN	KPMG - Şirket Ortağı
Doğukan ÇALIŞKAN	KPMG - Veri, Analitik ve Dijital Departmanı Müdürü
Cenk ULU	PwC Türkiye - CEO
Cem Kaan ARACI	PwC Türkiye - Dijital Hizmetler Lideri
Alp Kartal GÜREL	PwC Türkiye - Kıdemli Ortak

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4153

D.1.12 22/04/2025 Tarihli (11.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Yasin Hakkı KOCAMAN	Tarım ve Orman Bakanlığı - BTGM - Genel Müdür Yardımcısı
İbrahim YÜZER	Tarım ve Orman Bakanlığı - OGM - Genel Müdür Yardımcısı
Cengiz Han KILIÇASLAN	Tarım ve Orman Bakanlığı - DSİ - Genel Müdür Yardımcısı
Mahir ÖZCAN	Tarım ve Orman Bakanlığı - SYGM - Genel Müdür Yardımcısı
Erkan UÇANER	Tarım ve Orman Bakanlığı - BTGM - Daire Başkanı
Dr. Mustafa GEZİCİ	Tarım ve Orman Bakanlığı - TRGM - Daire Başkanı
Ramazan YAYLA	Tarım ve Orman Bakanlığı - TRGM - Daire Başkanı
Mehmet Mustafa YEŞİL	Tarım ve Orman Bakanlığı - TAGEM - Daire Başkanı
Gökay AKINCI	Tarım ve Orman Bakanlığı - DSİ - Daire Başkanı
Neşat Onur ŞANLI	Tarım ve Orman Bakanlığı - SYGM - Daire Başkanı
Hasan Murat ERSÖZ	Tarım ve Orman Bakanlığı - OGM - Şube Müdürü
Bengü KOYUNCU	Tarım ve Orman Bakanlığı - Bilgisayar Yüksek Mühendisi
Müşerref KÜÇÜKBAYRAK	Tarım ve Orman Bakanlığı - Danışman
Tuğba DEĞİRMENCİ	TÜİK - Başkan Yardımcısı
Fevzi GÜNDER	TÜİK - Daire Başkanı
Serhat ATAKUL	TÜİK - Daire Başkanı
Birkan ERGÜÇ	TÜİK - Daire Başkanı
İsmail AKGÜL	TÜİK - Daire Başkanı
Oğuz ÖZDEMİR	İŞKUR- Genel Müdür Yardımcısı
Gökçen ÖZKAN	İŞKUR - İstihdam Uzmanı
Prof. Dr. Asım Egemen YILMAZ	Ankara Üniversitesi - Disiplinler Arası Yapay Zekâ Teknolojileri Ana Bilim Dalı Başkanı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4163

D.1.13 30/04/2025 Tarihli (12.) Toplantı

Konu hakkında aşağıda isim ve unvanı belirtilen kişiler dinlenmiştir.

Kişi	Kurumu/Görevi
Buğra AYAN	İletişim Başkanlığı - Daire Başkanı
Muhammet Mustafa ÖLMEZ	İletişim Başkanlığı - Birim Sorumlusu
Olcay ÇOBAN	İletişim Başkanlığı - Mühendis
Osman Furkan BAYINDIR	İletişim Başkanlığı - Mühendis
Anıl Mithatcan AKBAŞ	İletişim Başkanlığı - Mühendis
Ayşe Nur ÜNAL	İletişim Başkanlığı - İletişim Memuru
Şevval ÇOM	İletişim Başkanlığı - Aday Uzman
Oğuz Enis PERU	Anadolu Ajansı - Genel Müdür Yardımcısı
Muammer Tarık YURTOĞLU	Anadolu Ajansı - Yönetici Asistanı
Emre CEBİŞLİ	Anadolu Ajansı - Sistem ve Siber Güvenlik Direktörü
Remzi DÜZAĞAÇ	Anadolu Ajansı - Teknoloji ve İnovasyon Direktörü / Yapay Zekâ ve İnovasyon Müdürü (V.)
Şerife Gül SOYKAN	Anadolu Ajansı - Hukuk ve Uyum Müşaviri
Tuba KOPAR	Anadolu Ajansı - Uyuşmazlık ve Çözüm Müşavir Yrd. (Avukat)
Gülistan MOLLAMEHMETOĞLU	Anadolu Ajansı – İnsan Kaynakları Direktörü
Sarper DANIŞ	HYPE - Kurucusu
Alp Doğu ESER	Sanatçı

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4170

D.1.14 13/05/2025 Tarihli (13.) Toplantı

Komisyonun son toplantısında, gerçekleştirilen toplantılar, çalışma ziyaretleri, Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi ve raporlama sürecine ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur. Devamında Komisyon üyelerinin raporda yer verilebilecek hususlara ilişkin görüş ve önerileri alınmıştır.

İlgili toplantının tam tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4185

11 Şubat 2025 tarihli Komisyon Toplantısı

13 Mayıs 2025 tarihli Komisyonun Toplantısı

D.2 Çalışma Ziyaretleri, Yerinde İncelemeler ve Diğer Faaliyetler

D.2.1 03/02/2025 Tarihli TÜBİTAK Ankara Çalışma Ziyareti

TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu, Komisyon Başkanı Fatih DÖNMEZ ve üyelerinin katılımıyla 3 Şubat 2025 tarihinde TÜBİTAK'ı ziyaret etmiştir. Çalışma ziyaretine Komisyon Başkanı Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ ile birlikte Komisyon Başkanvekili Ankara Milletvekili Jülide SARIEROĞLU, Komisyon Sözcüsü İstanbul Milletvekili Büşra PAKER, Komisyon Üyeleri Adana Milletvekili Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ, Ankara Milletvekili Lütfiye Selva ÇAM, Ankara Milletvekili Zeynep YILDIZ, Bursa Milletvekili Hasan ÖZTÜRK, Denizli Milletvekili Cahit ÖZKAN, Denizli Milletvekili Sema SİLKİN ÜN, Diyarbakır Milletvekili Sevilay ÇELENK ÖZEN, Eskişehir Milletvekili Utku ÇAKIRÖZER, İzmir Milletvekili Mehmet Ali ÇELEBİ, Konya Milletvekili Selman ÖZBOYACI ve Van Milletvekili Zülküf UÇAR olmak üzere 14 milletvekili, komisyon uzmanları ve diğer TBMM personeli katılmıştır. Ziyarette TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Orhan AYDIN ev sahipliğinde yetkililer tarafından bilgilendirmeler yapılmıştır. Toplantıda aşağıdaki isimlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Orhan AYDIN	TÜBİTAK - Başkan
Dr. Mehmet HAKLIDIR	TÜBİTAK - BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü Müdürü
Dr. Alp Eren YURTSEVEN	TÜBİTAK - Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı Başkan Yardımcısı
İsmail DOĞAN	TÜBİTAK - Başkan Yardımcısı
Erkan DİLAVEROĞLU	TÜBİTAK - Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü Müdürü
M. Mehmet NUHUT	TÜBİTAK - Uzay Enstitüsü Müdürü
Ali DOĞAN	TÜBİTAK - Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü Müdürü
Fatih Sinan ESEN	TÜBİTAK - Kıdemli Başuzman
Mehmet Mirat SATOĞLU	TÜBİTAK - ULAKBİM Müdürü
Hande ALPASLAN	TÜBİTAK - Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanı
Dr. Hamza ÖZER	TÜBİTAK - BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü Kıdemli Başuzmanı

Komisyon öncelikle TÜBİTAK ULAKBİM Veri Merkezini ziyaret ederek Türkiye'nin en güçlü süper bilgisayarı olan ARF ACC hakkında araştırmacılardan detaylı bilgiler almıştır. Süper bilgisayarın yapay zekâ uygulamaları, büyük veri analizi, ileri seviye hesaplamalar ve savunma sanayi projeleri gibi kritik alanlarda kullanıldığının dile getirildiği toplantıda, ARF ACC'nin Türkiye'nin dijital ve teknolojik dönüşüm sürecinde kritik bir rol oynadığı, son yapılan dünya sıralamasında 230'uncu, enerji verimliliğinde ise 26'ncı olduğu aktarılmıştır.

TÜBİTAK Uzay Enstitüsü'nde gerçekleştirilen bilgilendirme toplantısında ise yapay

zekânın Türkiye'deki ekosistemi, mevcut çalışmalar, verilen destekler ve geleceğe yönelik planlar ele alınmıştır.

- TÜBİTAK'ın Rolü ve Yaklaşımı: TÜBİTAK, Türkiye'de AR-GE ve inovasyon ekosisteminin en önemli aktörüdür. Yapay zekâ alanında altyapı oluşumunu desteklemekte, kamu, özel sektör ve üniversitelerin araştırma geliştirme çalışmalarına katkı sağlamakta ve yönetişimde rol almaktadır. Yapay zekâ bilimi birçok alanı ilgilendiren disiplinler arası bir çalışma alanıdır. TÜBİTAK, yapay zekâ teknolojilerini yalnızca takip eden ve kullanan değil, geliştiren bir kurumdur.
- Yapay Zekâ Türleri ve Gelişimi: Yapay zekâ, dar kapsamlı yapay zekâ (belirli bir alanda uzmanlaşmış), genel yapay zekâ (insan gibi düşünebilen) ve yapay süper zekâ (insan bilişsel performansını aşan) olarak üç ana türe ayrılır. Cahit Arf, 1958'de dar kapsamlı yapay zekâyı doğru bir şekilde ifade etmiştir. "Derin öğrenme" 2005'ten, "üretken yapay zekâ" ise özellikle 2022 Kasım'ından itibaren popülerlik kazanmıştır. Üretken yapay zekâ, "transformer" adı verilen katmanlı bir yapı ve işlemci gücündeki ilerlemeler sayesinde büyük dil modelleri (örneğin ChatGPT) haline gelmiştir.
- Üretken Yapay Zekâ ve Büyük Dil Modelleri (BDM): Klasik yapay zekâ, belirli bir alana özgü verilerle eğitilirken, büyük dil modelleri geniş bir veri kütüphanesi (temel model) üzerinde eğitilir ve daha sonra özel verilerle ince ayar yapılarak farklı çözümler üretir. Örneğin, kanser tespiti için genel görsel modeller, kanser verisiyle eğitilerek ürüne dönüştürülebilir. TÜBİTAK, Türkçe Büyük Dil Modelini geliştirmeyi hedeflemektedir; şu an 300 milyar "token" Türkçe veriyle eğitilmiş durumdadır ve hedef 1 trilyon "token"a ulaşmaktır.
- Yapay Zekânın Etkileri ve Uygulama Alanları: Yapay zekâ ve veri işleme teknolojileri, dünyada ve Türkiye'de özel sektörün dönüşümünde yüzde 79'un üzerinde etken olarak kabul edilmektedir. Yapay zekâ, 2030'da ülke ekonomisinin büyümesinde ortalama yüzde 26'lık bir karşılık beklentisi yaratmış, üretken yapay zekâ ise bu katkıyı 10 yıl içinde yüzde 5 ilave GSYİH artışıyla hızlandırmıştır. Yapay zekâ, insanı güçlendirecek bir teknolojidir ve kas veya beyin gücü gerektiren işlerde verimliliği artıracaktır.
- Riskler ve Zorluklar:
    - Dezenformasyon ve Yanlış Bilgilendirme: Üretken yapay zekâ, gerçekçi sahne görüntüleri, videolar ve ses kayıtları oluşturabilir, bu da dolandırıcılık ve yanlış bilgilendirme tehdidine yol açar.

- Ön Yargı: Eğitim verisindeki ön yargılar, yapay zekâ sistemleri tarafından sürdürülebilir ve büyütülebilir (örneğin, cinsiyet ayrımcılığı, veri setindeki dengesizlikler).
- Hassas Bilgilerin Silinmesi: BDM'lerde hassas verilerin (gizlilik içeriği, kişisel veri) bulunması ve gerektiğinde silinememesi bir risktir.
- Güvenlik Tehditleri (İnce Ayar): Son kullanıcıların kendi verilerini eğiterek oluşturduğu ince ayarlı modeller, kötücül yazılımlara dönüştürülebilir.
- Halüsinasyon: Yapay zekâ yeterli bilgiye sahip olmadığında uydurma bilgiler verebilir (örneğin, hukuki davalarda yanlış emsal kararlar).
- Tekelleşme: Büyük teknoloji şirketlerinin GPU kapasitesi gibi kaynaklar üzerinde tekelleşme ihtimali bulunmaktadır.
- Kültürel Yozlaşma: ChatGPT gibi küresel BDM'leri, eğitim verilerinin ağırlıklı olarak Batı'dan (örneğin beyaz Amerikalılardan) gelmesi nedeniyle Amerikalı gibi cevaplar vermekte, bu da kültürel ön yargıları (örneğin Afroamerikanlara karşı) aktarabilmekte ve Türkçede dezavantaj yaratmaktadır.

- Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ve TÜBİTAK'ın Katkıları: Türkiye, 2021'de Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'ni yayımlamıştır. Bu strateji, güvenilir yapay zekâ teknik ve etik standartlarının belirlenmesi, Türkçe Büyük Dil Modeli topluluğu oluşturulması, algoritmik hesap verebilirlikle ilgili denetim rehberleri, güvenilir yapay zekâ damgası, AR-GE finansmanı, yetkin iş gücünün artırılması ve yerli uygulamaların çoğaltılması gibi hedefler içermektedir. TÜBİTAK, bu stratejinin uygulanmasında önemli rol oynamakta ve Yapay Zekâ Enstitüsü, kamu, özel sektör ve üniversiteler arasında köprü görevi görerek Türkiye'nin yapay zekâ ihtiyaçlarını karşılamaya çalışmaktadır.

- İnsan Kaynağı ve Destekler: Türkiye, yapay zekâ uzmanı sayısını artırmak ve beyin göçünü tersine çevirmek için çeşitli programlar yürütmektedir. TÜBİTAK, akademiye (son 5 yılda 815 projeye 1,51 milyar lira) ve özel sektöre (2.120 projeye 4,76 milyar lira) destek sağlamıştır.

Hukuki ve Etik Düzenlemeler: Avrupa Birliği'nin Yapay Zekâ Yasası gibi yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulup duyulmadığı tartışılmıştır. Türkiye, ulusal yapay zekâ stratejisinde insan ve toplum yararına, güvenliği koruyucu tedbirler almayı hedeflemektedir. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi kapsamında Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (STB) "Güvenilir Yapay Zekâ Çalışma Grubu" ve Adalet Bakanlığı'nın "Yapay Zekâ Hukuku ve Etiği Çalışma Grubu" aktif rol oynamaktadır. ISO'da yapay zekâ standartları (42001) geliştirilmekte olup,

Türkiye'de de TSE tarafından takip edilmektedir. İlgili çalışma ziyaretinin tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:

https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4096

D.2.2 17/02/2025 Tarihli İstanbul Teknik Üniversitesi ve Koç Üniversitesi Çalışma Ziyareti

Komisyon, yapay zekâ alanındaki üniversite çalışmalarını ve akademik yaklaşımları değerlendirmek üzere İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Koç Üniversitesi'ni 17 Şubat 2025 tarihinde ziyaret etmiştir. Çalışma ziyaretine Komisyon Başkanı Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ ile birlikte Komisyon Sözcüsü İstanbul Milletvekili Büşra PAKER, Komisyon Üyeleri Ankara Milletvekili Lütfiye Selva ÇAM, Ankara Milletvekili Zeynep YILDIZ, Bursa Milletvekili Hasan ÖZTÜRK, Denizli Milletvekili Cahit ÖZKAN, Denizli Milletvekili Sema SİLKİN ÜN, Denizli Milletvekili Şahin TİN, Eskişehir Milletvekili Utku ÇAKIRÖZER ve Kayseri Milletvekili Ayşe BÖHÜRLER olmak üzere 10 milletvekili, komisyon uzmanları ve diğer TBMM personeli katılmıştır. Ziyarette İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Hasan MANDAL ev sahipliğinde yetkililer tarafından bilgilendirmeler yapılmıştır. Toplantıda aşağıdaki isimlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Hasan MANDAL	İstanbul Teknik Üniversitesi - Rektör
Prof. Dr. Burak Berk ÜSTÜNDAĞ	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Doç. Dr. Mustafa Berke YELTEN	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Abdül Halim ZAİM	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Şule GÜNDÜZ ÖĞÜDÜCÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Doç. Dr. Ayşe TOSUN	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Prof. Dr. Deniz Turgay ALTİLAR	İstanbul Teknik Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Hasan GÖZEN	İstanbul Vali Yardımcısı

- İTÜ'nün Yapay Zekâ Ekosistemi: İTÜ, Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki önde gelen üniversitelerindendir. Bilgisayar ve Bilişim Fakültesi, İşletme Fakültesi ve veri bilimiyle ilişkili bölümleriyle güçlü bir altyapıya sahiptir. Yapay Zekâ ve Veri Mühendisliği, Robotik ve Otonom Sistemler Mühendisliği, Siber Güvenlik Mühendisliği gibi lisans ve lisansüstü programlar açmıştır.
- İTÜ'nün Araştırma Yetkinlikleri ve Altyapısı: İTÜ, Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UHEM) gibi güçlü altyapılara sahiptir ve binin üzerinde araştırmacıya GPU kullanım hizmeti sunmaktadır. Üniversite, uluslararası sıralamalarda iyi bir konumda olup, bilgisayar bilimleri alanında Türkiye birincisidir. İTÜ'nün yapay zekâ odaklı araştırma

laboratuvarları bulunmaktadır (Doğal Dil İşleme, Tümleşik Devre Tasarımı, Biyoenformatik, Çoklu Ortam İşleme, Görsel Zekâ, Sağlık Bilişimi, Siber Güvenlik ve Mahremiyet, Veri Analitiği, Yapay Zekâ Sistemleri).

- Yapay Zekâ ve İnsan Kaynağı: İTÜ, nitelikli insan kaynağı yetiştirmeye odaklanmıştır. Ancak, beyin göçü ve piyasa koşulları nedeniyle genç araştırmacıları elde tutmakta zorluklar yaşanmaktadır. Barınma ve ekonomik koşulların iyileştirilmesi gerekmektedir.

- Yapay Zekâ Ekonomisi ve Türkiye'nin Konumu: Yapay zekâ ekonomisinin doğrudan değeri 200-300 milyar dolar aralığında olmakla birlikte, etki ettiği sektörlerde önümüzdeki on yılda 10-20 trilyon dolarlık katma değer yaratması beklenmektedir. Türkiye, yapay zekâ teknolojilerini geliştirmede takipçi değil, geliştirici olmayı hedeflemektedir.

Veri ve Dil Modelleri: Türkçe dil modelinin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Türkiye'ye özgü ve farklılaşan modellerin uluslararası rekabette yer alabilmesi için veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Anonimleştirilmiş veri paylaşımı stratejik öneme sahiptir, ancak KVKK gibi düzenlemelerle denetlenebilir olması gerekmektedir. Ziyarette Koç Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Metin SİTTİ ev sahipliğinde yetkililer tarafından bilgilendirmeler yapılmıştır. Toplantıda aşağıdaki isimlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Metin SİTTİ	Koç Üniversitesi - Rektör
Prof. Dr. Attila GÜRSOY	Koç Üniversitesi - Mühendislik Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Çiğdem GÜNDÜZ DEMİR	Koç Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Özgün ÇELEBİ	Koç Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Mesut HALICIOĞLU	Koç Üniversitesi - Veri Mahremiyeti Koordinatörü
Doç. Dr. Aykut ERDEM	Koç Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDIN	Koç Üniversitesi - Öğretim Üyesi
Dr. Barış AKGÜN	Koç Üniversitesi - Öğretim Üyesi

- Koç Üniversitesi'nin Yapay Zekâ Yaklaşımı: Koç Üniversitesi, araştırma üniversitesi olarak bilimsel mükemmeliyeti hedeflemekte ve yapay zekâ alanında uluslararası düzeyde araştırmalar yapmaktadır.

- Koç Üniversitesi'ndeki Araştırma ve Eğitim: Merkezin 19 öğretim üyesi yapay zekâ modeli geliştirme üzerine çalışırken, 34 öğretim üyesi yapay zekâyı farklı uygulamalar için kullanmaktadır. 2020'den bu yana 80 lisansüstü tezi tamamlanmış, 75 tez çalışması devam etmektedir.

- Etik, Hukuk ve Sorumlu Yapay Zekâ: Koç Üniversitesi, "Üç Kavram, Üç Vaka" seminer serisi gibi etkinliklerle yapay zekâ etiği ve hukuku konularında farkındalık yaratmayı

ve disiplinler arası iş birliği geliştirmeyi hedeflemektedir. Avrupa Birliği'nin yapay zekâ yasası, "otonomi" ve "opaklık" gibi nedenlerle mevcut hukuki kuralların yetersiz kalması üzerine ortaya çıkmıştır. Bu yasa, yapay zekâ sistemlerinin güvenilir, etik ilkelere uygun ve sorumlu bir şekilde geliştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır (insan faaliyeti ve gözetimi, teknik sağlamlık ve güvenlik, gizlilik ve veri yönetimi, şeffaflık, çeşitlilik, toplumsal ve çevresel refah, sorumluluk). Hukuki güvenlik için "ex-ante" (önceden belirlenmiş) düzenlemeler, ancak sektörün hızlı gelişimi nedeniyle esnek bir çerçeve gerekmektedir. Yaptırım kabiliyeti ve algoritmaların şeffaflığı hukukçular için önemli zorluklar teşkil etmektedir.

- Öneriler ve Beklentiler: Devletin, yapay zekâ alanındaki fonları artırması, endüstriyle daha koordineli çalışması ve özellikle "startup"ları teşvik etmesi gerekmektedir. Nitelikli insan gücünü ülkede tutmak için maaşlar ve yaşam koşulları gibi finansal ve lojistik destekler sağlanmalıdır. "ELLIS" gibi uluslararası ağlara katılımın desteklenmesi önemlidir. Üniversiteler arasında iş birliğini artıracak "tepeden" büyük ölçekli ve bütçeli mükemmeliyet merkezlerine ihtiyaç vardır. Veri toplulaştırmasının dışa bağımlılığı ulusal bir strateji problemidir.

Koç Üniversitesi'nde Kurucular Salonu'nda gerçekleştirilen bilgilendirme toplantısının ardından Komisyon heyeti KUACC İleri Hesaplama Merkezi ile KUISAI Yapay Zekâ Merkezi'ni ziyaret ederek incelemelerde bulunmuştur.

İlgili çalışma ziyaretinin tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:
https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4129

D.2.3 28/04/2025 Tarihli TOGG/TRUTEK, TOBB ETÜ ve Baykar Çalışma Ziyareti

Komisyon, yapay zekânın ulaşım, eğitim ve savunma sektörlerindeki uygulamalarını yerinde incelemek üzere TOGG, TOBB ETÜ ve Baykar'ı dinlemiştir. Çalışma ziyaretine Komisyon Başkanı Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ ile birlikte Komisyon Başkanvekili Ankara Milletvekili Jülide SARIEROĞLU, Ankara Milletvekili Lütfiye Selva ÇAM, Denizli Milletvekili Cahit ÖZKAN, Denizli Milletvekili Sema SİLKİN ÜN, Diyarbakır Milletvekili Sevilay ÇELENK ÖZEN ve Kayseri Milletvekili Ayşe BÖHÜRLER ile Hatay Milletvekili Necmettin ÇALIŞKAN olmak üzere 8 milletvekili, komisyon uzmanları ve diğer TBMM personeli katılmıştır. Ziyarette Togg AR-GE Direktörü Metin SANCAR ev sahipliğinde yetkililer tarafından bilgilendirmeler yapılmıştır. Toplantıda aşağıdaki isimlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Kişi	Kurumu/Görevi
Metin SANCAR	TOGG - Ar-Ge Direktörü
Hakan ÖZENEN	TOGG - Medya İlişkileri Sorumlusu
Ahmet DURAN	TOGG - Trumore Dijital Platform Lideri
Volkan NALBANTOĞLU	TOGG - Otonom Sürüş İş Birimi Lideri

Komisyon ilk olarak Togg/Trutek Söğütözü Yerleşkesi'ni ziyaret ederek yetkililerden otomobillerde kullanılan yapay zekâ asistanları, otonom sürüş için yapay zekânın geleceği ve araçlarda geliştirilen teknolojiler hakkında detaylı bilgi almış ve ardından laboratuvarlarda incelemelerde bulunmuştur.

- Togg'un Yapay Zekâ Vizyonu ve Uygulamaları: Togg, bir otomobilden fazlası olarak akıllı bir mobilite cihazı üretmeyi hedeflemekte ve bu alanda yazılım ve hizmetlerin önemini vurgulamaktadır. Togg, Trutek aracılığıyla teknoloji geliştirmekte, Trumore ile dijital platform hizmetleri sunmakta ve Trugo ile şarj altyapısını yaygınlaştırmaktadır.
    - Otonom Sürüş ve Sürücü İzleme Sistemleri: TOGG, gelişmiş sürücü destek sistemlerinde (ADAS) ve tam otonom araç teknolojilerinde yapay zekâ kullanmaktadır. Sürücü izleme sistemi (DMS), sürücünün dikkatini, yorgunluğunu ve uyku durumunu takip ederek kazaları önlemeyi amaçlamaktadır. Bu sistemde, KVKK kurallarına uyulmaktadır.
    - Yapay Zekânın Temel Bileşenleri: Togg, otonom sürüş için üç ana bileşene odaklanmaktadır: büyük veri (milyonlarca kilometre yol verisi toplama), büyük modeller (yapay sinir ağı modellerini özgün olarak geliştirme, dışa bağımlı olmama) ve yüksek performanslı hesaplama (48 grafik işlemciden oluşan altyapı, ulusal altyapı kullanımı hedefi).

Örnek Uygulamalar: Yol verisi analizi, araç/yaya/nesne tespiti, şerit tespiti, trafik işareti tanıma. "Can.ai" adında yapay zekâ destekli bir asistan, kullanıcılara günlük işlerinde, navigasyonda, eğlence ve sağlık takibinde yardımcı olmaktadır. "PDI ai tüneli" ile fabrikadan çıkan araçların hasar tespiti yüzde 75 daha hızlı ve doğru yapılabilmektedir. Ayrıca, kullanıcıya özgü müzik üreten yapay zekâ destekli bir radyo (Türk sanat müziği de dahil) geliştirilmiştir.

TOBB/ETÜ Teknoloji Merkezi'nde TOBB ETÜ Rektörü Prof. Dr. Yusuf SARINAY'ı ve ardından Baykar Teknoloji adına konuşan Cemal Fatih KUYUCU'yu dinleyen Komisyon, bilgilendirme toplantısını takiben yerleşkede yer alan Kuantum Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı, Süper İletken Kuantum Elektroniği Laboratuvarı ve Su Tribünleri

Laboratuvarında incelemelerde bulunmuştur. Toplantıda aşağıdaki isimlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Kişi	Kurumu/Görevi
Prof. Dr. Yusuf SARINAY	TOBB ETÜ - Rektör
Prof. Dr. Osman EROĞLU	TOBB ETÜ - Mühendislik Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Olgun DEĞİRMENCİ	TOBB ETÜ - Genel Sekreter
Cemal Fatih KUYUCU	Baykar - Yapay Zekâ Teknolojileri Birim Lideri

- TOBB ETÜ'nün Yapay Zekâ ve Kuantum Teknolojileri: TOBB ETÜ, Türkiye'nin ilk yapay zekâ mühendisliği bölümlerinden birini açmış ve Türkiye'nin ilk 5 kübit kuantum bilgisayarını (QuanT) geliştirmiştir. Bu bilgisayarın dünyanın 17.si ve Türkiye'nin ilk ve tek kuantum bilgisayarı olma niteliğini taşıdığı ve kriptografi, yapay zekâ, ilaç geliştirme, enerji optimizasyonu ve iklim modelleme gibi alanlarda çığır açıcı çözümler sunma potansiyeline sahip olduğu yetkililerce belirtilmiştir. Ayrıca üniversitede Kuantum çip üretimi ve 6G haberleşme teknolojileri gibi alanlarda da çalışmalar yürütülmektedir.
    - Eğitim ve Araştırma: Uygulamalı yapay zekâ ve hesaplama finansı alanlarında uzmanlaşma imkânı sunan yapay zekâ mühendisliği programına sahiptir. Mimarlık, ekonomi, hukuk gibi farklı fakültelerde de yapay zekâ dersleri verilmektedir. Medikal alanda prostat kanserinin erken teşhisi, diş eti hastalıklarının tespiti gibi yapay zekâ uygulamaları üzerine çalışılmaktadır. Hukuk alanında yapay zekâ ve ceza/hukuki sorumluluk, suç soruşturması, adli bilişim ve mahkeme kararlarının öngörülebilirliği konularında çalışmalar mevcuttur.
    - Beklentiler ve Öneriler: Nitelikli insan kaynağı yetersizliği ve kamu verilerine erişim kısıtlılığı gibi sorunlar bulunmaktadır. Özgün ve yerel veri setlerinin oluşturulması, veri kalitesi ve standardizasyonunun sağlanması gerektiği vurgulanmıştır. Kuantum teknolojileri, süper iletken işlemciler, nanoteknoloji gibi geleceğin teknolojilerine yatırımların teşvik edilmesi için yasal düzenlemeler talep edilmiştir.
    - Yapay Zekâ ve Eğitim: Yapay zekâ kullanımının, öğrenciyi desteklemesi ve geliştirmesi durumunda etik olduğu, ancak süreci ortadan kaldırıp gelişimi engellediği durumlarda etik olmadığı belirtilmiştir.
    - Yapay Zekâ ve Hukuki Çerçeve: Avrupa Birliği'nin pazar düzenleyici yaklaşımına karşılık, Türkiye'de yapay zekânın toplumsal etkileri görüldükten

sonra hukuki düzenlemelerin acele edilmeden yapılması gerektiği görüşü dile getirilmiştir.

- Baykar'ın Yapay Zekâ ve Otonom Sistemleri: Baykar, dünyanın en büyük İHA ihracatçısı konumunda olup, yapay zekâ ve otonom sistemlerin geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır. Bayraktar TB2, Akıncı, KIZILELMA ve TB3 gibi platformlarda yapay zekâ destekli çalışmalar yürütülmektedir.
    - Baykar'ın Yapay Zekâ Tanımı ve Yaklaşımı: Baykar, yapay zekânın tanımının eksik olduğunu düşünmekte ve kendi yaklaşımını "kalem" benzetmesiyle açıklamaktadır: yapay zekâ, bilginin temelini oluşturan, belirli bir seviyede bizi eşitleyebilecek bir araçtır. Baykar, yapay zekâya "doğal bilimler temelinde", yani bilinen kavramları temel alan ve kalan kısımları değerlendiren bir yaklaşımla yaklaşmaktadır.
    - Yapay Zekâ Uygulamaları: Durumsal farkındalık, uçuş güvenliği, ileri düzey planlama ve doğal dil tabanlı ileri düzey otonomi gibi alanlarda çalışmalar yapılmaktadır.
    - Türkçe Büyük Dil Modeli ve KÜRE Dijital Ansiklopedi: Baykar, Türkiye Teknoloji Takımı (T3 Vakfı) ve Canan Bayraktar Toplum Sağlığı Vakfı ile "T3 AI" adını verdikleri Türkçe Büyük Dil Modelini geliştirmektedir (4 binden fazla gönüllü ile). Ayrıca, güvenilir bilgi sağlamak ve yapay zekâ sistemlerini doğru verilerle beslemek amacıyla "KÜRE" adında bir dijital ansiklopedi üzerinde çalışılmaktadır.
- Fırsatlar ve Riskler (Baykar Perspektifi):
    - Fırsatlar: Sanayi ve üretimde katma değerli teknoloji, AR-GE süreçlerinin hızlanması, akıllı tarım, sağlıkta teşhis doğruluğu ve ilaç geliştirme, e-ticaret, kamu hizmetlerinin hızlandırılması, kişiselleştirilmiş eğitim ve savunma sanayisinde yapay zekâ desteği.
    - Riskler:
        - Kültürel Bozulma: Yabancı kaynaklardan beslenen yapay zekâ sistemleri, kültürel ön yargıları taşıyabilir ve kültürel bozulmaya yol açabilir.
        - Eşitsizlik: Veri setlerindeki eksiklikler nedeniyle yapay zekâ, eşitsizliği artırabilir.
        - İş Gücü Değişimi: Birçok meslek anlamını yitirebilir, yeni mesleklerin planlanması gerekmektedir.

- Mahremiyet ve Fikrî Mülkiyet: Yapay zekâya sağlanan yoğun veri nedeniyle mahremiyet ve fikrî mülkiyet sorunları ortaya çıkmaktadır.
- Sorumluluk: Yapay zekâ kararlarında nihai sorumluluğun insanda olması gerektiği vurgulanmıştır.

- Küresel Yaklaşımlar ve Türkiye Modeli:
  - ABD: İnovasyonu önceliklendiren, katı kurallardan kaçınan bir yaklaşım.
  - Avrupa: Bireyleri korumaya odaklı, daha tutucu bir yaklaşım.
  - Çin/Uzak Doğu: Devlet desteğiyle ulusal güvenlik meselesi olarak görülen, gelişimi her şeyin üstünde tutan bir yaklaşım.
  - Türkiye Modeli: İnovasyonun öncelendiği, verilerin korunarak teknolojik gerilik yaşanmadığı, devletin öncü olduğu, yapay zekânın kültürel değerlerle ve müfredatla uyumlu değerlendirildiği bir model ihtiyacı bulunmaktadır.
- Enerji İhtiyacı: Yapay zekâ teknolojilerinin altyapısı için enerji (elektrik) kritik öneme sahiptir. Büyük firmalar enerji ihtiyaçlarını karşılamak için nükleer santralleri yeniden faaliyete geçirmeye çalışmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporuna göre, veri merkezleri ve yapay zekâ merkezlerinin enerji tüketimi dünya enerji tüketiminin yüzde 1,5'ine ulaşmış, önümüzdeki beş yıl içinde bu oranın yüzde 4-5'e çıkması beklenmektedir. Sürdürülebilir ve uygun fiyatlı enerji altyapısı, Türkiye'nin yapay zekâda ilerlemesi için kritik bir unsurdur.

Veri Kullanımı ve Hukuki Düzenlemeler: Verilerin açık kaynak olarak ortaya atılması gerektiği, ancak ulusal menfaatler doğrultusunda nitelikli iş gücü tarafından öncelikli olarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Verilerin anonimleştirilmesi ve kullanım alanlarının netleştirilmesi konusunda düzenlemelere ihtiyaç vardır.

İlgili çalışma ziyaretinin tutanağına aşağıdaki adresten erişilebilmektedir:
https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/TutanakGoster/4174

D.2.4 08/05/2025 Tarihli "Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi" Özeti

1. Fatih DÖNMEZ (TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu Başkanı)

Eskişehir Milletvekili ve Komisyon Başkanı Fatih DÖNMEZ tarafından açılış konuşmasında, zirvede sadece bir teknolojinin değil, aynı zamanda çok hızlı yaşanan teknolojik değişimle birlikte girilmekte olan bir çağın ele alındığı belirtilmiş; yapay zekânın küresel ölçekte ekonomik rekabetin, ulusal güvenliğin, eğitim politikalarının, hukuki normların ve etik ilkelerin merkezine yerleşmiş bir zorunluluk olduğu vurgulanmıştır. Yapay zekâ teknolojisinin yalnızca makineleri değil, kurumları, meslekleri, davranış biçimlerini ve

hatta değer sistemlerini dönüştürme kapasitesine sahip olduğu, TBMM olarak bu dönüşümün gerisinde kalmama, aksine önünde olma kararlılığıyla hareket edildiği dile getirilmiştir. Zirvenin amacının Türkiye'nin yapay zekâ potansiyelini ortaya koymak ve kamu, özel sektör, akademi ve sivil toplumu buluşturarak ortak bir vizyon geliştirmek olduğu açıklanmıştır. Yapay zekânın sadece bir verimlilik aracı değil, aynı zamanda bir sorumluluk alanı olarak görülmesi gerektiği, çünkü meselenin teknoloji ile insanlık arasındaki ilişki olduğu, yapay zekâ kaynaklı riskleri önlemek adına etik standartların belirlenmesi, doğru regülasyonlar ve yönetişim mekanizmalarının oluşturulması gerektiği, Türkiye'nin küresel yapay zekâ endekslerinde henüz istenen seviyede olmadığı, ancak G20 üyesi olarak teknoloji üretiminde ve dijital kapasitede ilk 20 içinde yer almayı hedeflemesi gerektiği ve bunun stratejik bir bağımsızlık meselesi olduğu belirtilmiştir. Ocak 2025'te faaliyetlerine başlayan Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun sağlık, adalet, eğitim ve tarım gibi birçok sektörde yapay zekânın uygulamalarını etik, regülasyon ve yönetişim boyutlarıyla da ele aldığı ve Komisyon raporunun, Türkiye'nin yapay zekâ vizyonuna katkı sunacak güçlü bir yol haritası olacağı ifade edilmiştir. Son olarak, vatandaşların yapay zekâ teknolojileri hakkında bilinçlenmesini ve bu teknolojileri günlük yaşamlarına kolay ve sağlıklı bir biçimde entegre etmelerini hedefledikleri belirtilmiştir.

2. Cevdet YILMAZ (Cumhurbaşkanı Yardımcısı)

Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet YILMAZ, açılış konuşmasında yapay zekâyı sıradan bir teknoloji değil, elektriğin icadı gibi yatay bir teknoloji olarak tanımlayarak yaşamın her alanında köklü bir değişim getirdiğini vurgulamış; yapay zekânın, insan zekâsını taklit ederek belirli görevleri yerine getirebilen ve otonom kararlar alabilen sistemler olduğu belirtilmiştir. "Verinin artık en değerli meta haline geldiği" ifade edilerek, veriyi kontrol eden, daha çok veriye sahip olan ve veriyi daha iyi işleyebilenlerin birçok alanda avantajlı konuma yükseleceği belirtilmiştir. Yapay zekâ ile birlikte karar alma süreçlerinde hata payının azalmakta ve operasyonel verimliliğin artabilmekte olduğunu, küresel yapay zekâ ekonomisinin 2030 yılı itibarıyla 16 trilyon dolara ulaşmasının beklendiğini, yapay zekâ ile çalışma hayatında köklü değişiklikler beklendiğini, bazı mesleklerin yok olacağını, yeni mesleklerin ortaya çıkacağını ve mevcut mesleklerin icra biçimlerinin farklılaşacağını belirtmiştir. Yapay zekânın hem kötüye kullanım potansiyeli hem de muazzam verimlilik potansiyeli taşıdığına vurgu yapılmıştır. Sağlık Bakanlığı'nın meme kanseri teşhis süresini 6 aydan 1-2 haftaya indiren yapay zekâ uygulaması somut bir örnek olarak verilmiştir. Düzenleyici çerçevenin hassas bir konu olduğu, aşırı düzenlemenin gelişimi engelleyebileceği, hiç düzenlememenin ise risklere yol açabileceği, "uygun dozajda" ve yol

gösterici çerçeve düzenlemelerle hareket edilmesi gerektiği belirtilmiş; Hükümet olarak Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi Yönlendirme Kurulu'nu oluşturdukları ve 71 eylemden oluşan bir eylem planı hazırladıkları açıklanmıştır. Bu planın Türkçe büyük dil modeli geliştirilmesi, uluslararası işbirlikleri, yapay zekâ ekosisteminin büyütülmesi, nitelikli insan kaynağının artırılması, yerli uygulamaların yaygınlaştırılması ve Türkiye'yi küresel oyuncu yapacak işlemci altyapısının kurulması gibi önemli başlıkları içerdiği belirtilerek ve yapay zekâ alanında nitelikli insan kaynağı yetiştirmenin önemi vurgulanarak, 20 farklı üniversitede yapay zekâ programları açıldığı ve devlette yapay zekâ dönüşüm programları başlatıldığı ifade edilmiştir. Yapay zekânın sadece teknolojik değil, sosyal eşitsizliklerden ahlaki ve hukuki konulara kadar birçok boyutu olduğu, güvenlik ve etik konularının çok önemli olduğu, Türkiye'nin Avrupa Konseyi, AB, BM, OECD, G20 gibi uluslararası platformlarda yapay zekâ politikaları ve standart belirleme çalışmalarına aktif olarak katıldığı, Türkiye olarak tüketici olmayıp üretim süreçlerinde yer alınacağı, üreten ve katkıda bulunan bir ülke olarak dünyada yerini alacağı ifade edilmiştir. Yapay zekânın vicdan, insaf, merhamet gibi insanı insan yapan değerleri henüz taklit edemediği ve insanın yerini asla alamayacağı vurgulanmış, tartışmanın sadece teknik insanlarla sınırlı kalmayıp hukukçulardan sosyologlara, sanatçılardan kültür insanlarına kadar interdisipliner bir katılım gerektirdiği belirtilmiştir. Son olarak, yapay zekânın insana hizmet ediyorsa "insani bir teknoloji" olduğu ve toplumun refahına, sosyal adalete hizmet etmesi gerektiği dile getirilmiştir.

3. Numan KURTULMUŞ (TBMM Başkanı)

TBMM Başkanı Numan KURTULMUŞ tarafından açılış konuşmasında yapay zekâ gibi önemli bir konunun TBMM çatısı altında ele alınmasının çok değerli ve önemli olduğu, Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun çalışmalarının çok ciddi olduğu ve kalıcı bir komisyon haline dönüştürülmesinin mümkün olduğu belirtilmiştir. Sanayileşmenin başlangıcında insani endişelerin göz ardı edildiği ve kapitalizmin tek ilkesinin para kazanmak olduğu, bunun bedelinin hala ödendiği dile getirilmiş, yapay zekâ, insanlık tarihinin "üçüncü büyük dönüşüm dönemi" olarak tanımlanmıştır. Bu dönemde insanın sadece zihin gücünün değil, insan adına karar verebilecek otonom akıl mekanizmalarının ortaya konulduğu, yani insan aklının dışsallaştırıldığı ifade edilmiştir. Türkiye'nin bu teknolojik dönüşüm sürecinde geri kalmamak şöyle dursun, önde olmak mecburiyetinde olduğu ve yapay zekâ alanında takip eden değil, takip edilen bir Türkiye olma hedefi vurgulanmış, yapay zekânın ortaya çıkaracağı sorunlar göz önüne alındığında, bunun aynı zamanda bir milli güvenlik meselesi olduğu dile getirilmiştir. Teknolojinin kendisinin iyi ya da kötü olmadığı, teknolojinin arkasındaki "aklın, vicdanın, hikmetin ve irfanın" en az teknolojinin kendisi kadar değerli ve önemli olduğu

üzerinde durulmuştur. Yapay zekânın dünya satranç şampiyonunu yenebileceği ancak vicdan, insaf, merhamet, akıl, dayanışma gibi insanı insan yapan değerleri henüz taklit edemediği vurgulanmış, iki temel soruya odaklanıldığı belirtilmiştir: "Hangi kararlarımızı ve yetkilerimizi yapay zekâya terk edeceğiz?" ve "Yapay zekâ insanın tamamlayıcısı mıdır, insanın ikamesi midir?". "İnsansızlaştırma tehlikesi"nin ciddi bir şekilde ele alınması gerekliliği ve yapay zekânın yeni "dispozitifler" (hayatı kısıtlayan kurallar bütünü) oluşturmamasına dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Sanayileşme ile ortaya çıkan "orta direk"in küçülerek dünyanın servetlerinin çok az bir zümrenin elinde toplandığı bir "tekno-oligarşi" dönemine gelindiği, yapay zekânın gelir dağılımı adaletsizliğini tersine çevirmesi ve toplumsal refahı sağlaması için çaba gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir. Son olarak, Türkiye'nin yapay zekâ alanında sadece aklın değil, vicdanın, irfanın, hikmetin ve adaletin de yeri olacağı yeni bir yapay zekâ ekosistemi oluşturma misyonu ve iddiaları vurgulanmıştır.

4. Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi Panelleri Değerlendirme Raporu

Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi kapsamında düzenlenen panellerde, yapay zekânın çeşitli boyutları ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Her bir panelde, alanında uzman akademisyenler ve değerli konuşmacılar tarafından sunulan bilgiler, akademik bir yaklaşımla aşağıda özetlenmiştir.

1. Panel: Yapay Zekâ ve Siyaset

TBMM Yapay Zekâ Komisyonu Başkanı ve Eskişehir Milletvekili Fatih DÖNMEZ'in moderatörlüğünde gerçekleştirilen bu panelde, yapay zekânın siyasal ve insani boyutları tartışılmıştır.

- **AK Parti Genel Başkan Yardımcısı ve Ankara Milletvekili Dr. Ömer İLERİ'nin Sunumu:** AK Parti'nin teknolojiye genel bakışı değerlendirilmiştir. Partinin kuruluşundan itibaren teknolojiyi etkin kullandığı, "dijitalin siyaseti" kavramıyla bu duruşun zenginleştirildiği belirtilmiştir. Bu yaklaşımın, siyasetçinin teknolojiyi etkin kullanması ve doğru yönlendirme sorumluluğunu beraberinde getirdiği ifade edilmiştir. Teknolojinin tasarım aşamasından itibaren doğru şekillenmesinin, kullanım kültürlerini oluşturarak toplumu etkilediği vurgulanmıştır. "Adil teknoloji" kavramıyla, insanın zaaflarını suistimal etmeye yatkın olmayan ortamların tesis edilmesi gerekliliği dile getirilmiştir. Türkiye'nin sadece teknoloji üreten değil, kendi kavramlarını ve iş modellerini ortaya koyma hedefinde olduğu belirtilmiştir. Yapay zekâ özelinde üç temel öncelik saptanmıştır: parti süreçlerinde yapay zekânın etkin kullanımı, Türkiye'nin teknolojik rekabette üst sıralara taşınması ve adil teknolojiler üretilmesi amacıyla seferberlik. Konuşmada, Millî Teknoloji Hamlesi şemsiyesi altında siber güvenlik ve uzay teknolojilerinde önemli atılımlar yapıldığı, Ulusal Yapay Zekâ

Stratejisi eylem planının %50'den fazlasının tamamlandığı aktarılmıştır. Yapay zekânın siyasi parti kurma olasılığına dair olarak, yapay zekânın insan taklidi olduğu, ezbere dayalı çalıştığı, orijinal fikirler üretme, feraset veya sağduyu ile çözüm bulma kapasitesine sahip olmadığı görüşü ifade edilmiştir. Hassas bilgiler konusunda ise millî ve yerli dil modelinin geliştirilmesi gerekliliği vurgulanmış, mevcut ticarî modellerin veri kullanımı nedeniyle hassasiyet taşıdığı belirtilmiştir. Doğru yapay zekâ tasarımı ve millî platformların önemi vurgulanmıştır.

- **Cumhuriyet Halk Partisi Genel Başkan Yardımcısı Gülşah DENİZ ATALAR'ın Sunumu:** Yapay zekânın modern demokrasinin temel kaynaklarını tehdit etme potansiyeline sahip olduğu görüşü ortaya konmuştur. Yapay zekânın bireysel iradeyi yönlendirme ve kolektif kanaati manipüle etme kapasitesine sahip olduğu belirtilmiş, teknoloji ile hukuk ve toplum dönüşümü arasındaki öngörülemez hız farkına dikkat çekilmiştir. Algoritmik karar alma, şeffaflık, hesap verebilirlik ve demokratik katılımın pasifleştirilmesi gibi potansiyel sorunlar üzerinde durulmuştur. Kamusal alan kavramının dijital dünyada değişmeye başladığı ve algoritmalarca düzenlenmesinin "sessizleşmiş bir halkla karşılaşma" ihtimalini doğurduğu ifade edilmiştir. Deepfake teknolojilerinin kamusal güveni zayıflatma potansiyeli ve makine verisi ile insan verisi ayrımı gündeme getirilmiştir. Siyasal kararların yapay zekâya devredilmemesi gerektiği, bunun demokratik hesap verebilirlik ile bağdaşmadığı belirtilmiştir. Temel insan hakları, özgürlükler, mahremiyet ve eşitlik gibi kavramların algoritmik sistemlerle güvence altına alınması zorunluluğu vurgulanmış, eril dilin ayrımcı ve nefret diline sebebiyet verebileceği belirtilerek siyasi denetim talep edilmiştir. Cambridge Analytica ve Brexit süreçleri örnek gösterilerek sosyal medya manipülasyonları ve halk iradesinin saptırılması tehlikesi ele alınmıştır. Veri sansürü ve dezenformasyon riskleri ile doğru veriye erişimin önemi üzerinde durulmuş, kamu kurumları arasında veri paylaşım protokollerinin gerekliliği belirtilmiştir. Tarihin yapay zekâ ile yeniden yazımı tehlikesine karşı kamusal bilgilere açık veri erişiminin önemi dile getirilmiştir. CHP'nin 31 Mart yerel seçimlerinde teknolojiyi etkin kullandığı ve yapay zekâ modellerinden yararlandığı ifade edilmiş, ancak teknolojinin insan haklarına ve insan temelli karar alma süreçlerine saygılı olması gerektiği vurgulanmıştır. Dijital Dönüşüm Ofisi'nin kapanması ve yetki devirlerinin şeffaflık sorunları dile getirilmiş, şeffaf, kontrol edilebilir ve insan temelli bir yapay zekâ yaklaşımının öncelendiği belirtilmiştir. Yapay zekânın parti kurması ihtimalinin, simülasyon amaçlı denemeler için kullanılabileceği ancak gerçek bir siyasi parti kurma yeteneğine sahip olmadığı değerlendirilmiştir. Hassas bilgilerin ticarî

platformlar yerine yerel yapay zekâ sistemlerinde tutulması gerektiği, dijital okuryazarlık seviyesinin düşüklüğünün manipülasyon riskini artırdığı belirtilmiştir.

- **Milliyetçi Hareket Partisi Genel Başkan Yardımcısı ve İstanbul Milletvekili İsmail Faruk AKSU'nun Sunumu:** MHP'nin bilim ve teknoloji politikasının, bilime, bilim insanına, yenilikçiliğe ve teknoloji üretimine önem verilmesi üzerine kurulu olduğu belirtilmiştir. Yapay zekâ çalışmaları merkezi kurulması, millî altyapıların geliştirilmesi ve toplumsal farkındalığın artırılması önerilerinin yıllar önce seçim beyannamelerinde yer aldığı ifade edilmiştir. Yapay zekânın insanlık tarihinin en büyük teknoloji devrimlerinden biri olduğu ve beraberinde getirdiği fırsat ve tehditlerin ulusal ve uluslararası düzenlemeleri zorunlu kıldığı vurgulanmıştır. Kişisel veri güvenliği, mahremiyet, siber güvenlik, yapay zekâ, dijital rekabet ve dijital etik gibi konularda kapsamlı ve yenilikçi kamu politikaları ile yasal düzenlemeler ihtiyacına dikkat çekilmiştir. Teknolojik gelişmeler ile hukuk arasındaki eş güdümsüzlüğün önemli bir sorun teşkil ettiği belirtilmiştir. Yapay zekâya yaklaşımda üç temel ilke belirlenmiştir: Dijital egemenlik (kamusal verilerin yerli ve millî bulut sistemlerinde tutulması), Ahlak (önyargısız, insan onuruna saygılı, etik değerlere dayalı, insan merkezli algoritmaların geliştirilmesi) ve Stratejik Bakış (yapay zekânın ülkenin tüm bileşenlerini ilgilendiren kapsamlı bir konu olarak kabul edilmesi). Bu doğrultuda yerli çip tasarımı, yerli grafik işlemciler, yerli algoritmalar ve Türk diline ve kültürüne özgü büyük dil modeli oluşturulmasının öncelikli hedefler arasında yer aldığı ifade edilmiştir. Yurt dışındaki Türk ve yabancı araştırmacılarla "beyin köprüsü" kurulmasının ve onların ülkemizdeki projelere istihdam edilmesinin hayati önem taşıdığı belirtilmiştir. Yapay zekâ okuryazarlığının artırılması ve yapay zekânın ne için ve nasıl kullanılacağının derinlemesine anlaşılmasının önemi vurgulanmıştır. Yapay zekânın bireylerin eleştirel düşünme, bağımsız karar alma yetenekleri ve düşünme kapasiteleri üzerindeki etkilerinin detaylı araştırılması gerektiği dile getirilmiş, siyasi iradenin karara dönüşeceği "akıllı siyaset" kavramı üzerinde durulmuştur. Yapay zekâ ile siyasi parti kurma konusunda, Türkiye'deki mevcut parti sayısına atıfta bulunularak, bu konuda da kurumsal kapasitenin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.
- **İYİ Parti Genel Başkan Yardımcısı ve Adana Milletvekili Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ'ın Sunumu:** Yapay zekânın insana rakip olarak görülmesinin doğru bulunmadığı, aksine insanın gücüne güç katacak bir teknoloji olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Yapay zekânın insan kontrolünde olmasının beklenebilir bir fikir olduğu ve dijital okuryazarlığın artırılması ile "damgalama" (makine üretimi verinin işaretlenmesi) gibi konuların öncelik taşıdığı ifade edilmiştir. Yapay zekâda millîleşmenin önemine değinilmiş, ancak dünya genelindeki gelişmelerden faydalanma gerekliliği, "Amerika'nın yeniden

keşfedilmemesi" metaforuyla açıklanmıştır. Siyasetin yapay zekâdan kaçmasının mümkün olmadığı, siyasi partilerin de ticarî kurumlar gibi teknolojik gelişmeleri ve yapay zekâyı bünyelerine sindirmek zorunda olduğu belirtilmiştir. Siyasî kampanyalarda yapay zekânın efektif kullanımı, hedef kitleye özel mesaj üretme, iş yükünü azaltma ve seçmenle daha doğru iletişim kurma potansiyeli üzerinde durulmuştur. İYİ Parti'nin "İyi Sesim" adlı uygulamasının, parti üyeleriyle hızlı iletişim kurma, gündem anketleri yapma ve açık uçlu soruların cevaplarını yapay zekâ ile analiz etme amacıyla geliştirildiği açıklanmıştır. Mitingler ve bilgi aktarımında yapay zekânın daha efektif yöntemler sunabileceği, kişiye özel yayıncılık gibi siyaset için geçerli olacak yeni yaklaşımların önemine değinilmiştir. Yapay zekânın siyasi parti kurması fikri, partilerin bir ihtiyaçtan ötürü doğduğu ilkesiyle çeliştiği için şu anki ortamda pek mümkün görülmemiştir. Hassas bilgiler konusunda ise dijital okuryazarlığın ve verinin doğru kullanımının önemine vurgu yapılmış, teknolojinin bir araç olduğu ve doğru, yerinde ve orantılı kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

- **Yeni Yol Partisi Kurucusu ve MYK Üyesi Ahmet Selami ÇALIŞKAN'ın Sunumu:** Yapay zekânın bütüncül bir yaklaşımla, doğa bilimleri, sosyal bilimler, büyük veri, antroposen ve noosfer gibi kavramlarla ilişkili olarak ele alınması gerektiği ifade edilmiştir. Yapay zekâ desteğiyle ekolojik, sosyopolitik ve sosyoekonomik sorunların çözümüne yönelik bir öneri sunulmuştur. "Noosfer" kavramının, insan düşüncesi küresi olarak, yapay zekânın en ileri seviyesi olarak tanımlanabileceği belirtilmiştir. Yapay zekânın karar ortamı ile karar vericiler arasına sokulması gerektiği, bunun bilinçli ve veriye dayalı karar alma süreçlerini destekleyeceği, karmaşık ve riskli ortamlarda alternatif senaryo analizleri yapma potansiyeli olduğu ifade edilmiştir. Dış politikada yapay zekâ kullanımına örnek olarak Kıbrıs müzakerelerinde Türk diplomata destek olabilecek dört farklı yapay zekâ asistanı tipi sunulmuştur. Algoritmik yönetişim kavramı ve kamuda yapay zekâ kullanımı üzerinde durulmuş, Danimarka ve Japonya'daki yapay zekâlı partiler veya adaylar örnek gösterilmiştir. Avrupa'da yapılan bir ankette, vatandaşların %25 ila %43'ünün yapay zekânın ülke yönetiminde önemli kararlar vermesini desteklediği belirtilmiş, bunun politikacılara duyulan güvensizlikten kaynaklandığı yorumu yapılmıştır. "Noopolitikus" adında, kadim devlet aklını içeren, insan-makine sensörü mantığıyla çalışacak, tahminci ve reçeteci analitikler kullanan bir yapay zekâ karar destek sistemi önerilmiştir. Bu sistemin eğitim kümesinin, bütün dünyanın klasik ve modern metinlerini (felsefe, bilim, tarih, politika, hukuk, edebiyat) ve Türk siyasi tarih belgelerini barındıracağı açıklanmıştır. Noopolitikus'un jeopolitik risk değerlendirmesi, senaryo simülasyonları, kriz yönetimi ve müzakere süreci üretme gibi özelliklere sahip olacağı belirtilmiştir. Küresel noopolitik düzen hedefi olarak daha adil,

paylaşımcı, barışçıl ve doğa ile barışık bir Türkiye ve dünya vizyonu sunulmuştur. Yapay zekânın siyasi parti kurup kuramayacağı sorusuna, yapay zekânın nasıl eğitildiğine bağlı olduğu, ancak algoritmaların beklenmeyen şeyler de yapabileceği, kendi dillerini üretebileceği ve bilinç üretme potansiyeli taşıdığı ifade edilmiştir. İnsan beyni gücünün modellenebilirliği ve aşılabilirliği gibi fütüristik konular üzerinde durulmuştur. "Elektronik Demokrasi Partisi"nin 2014 yılında kurulduğu bilgisi paylaşılmıştır.

2. Panel: Yapay Zekâ Hayatımızı Nasıl Değiştirecek ve Yapay Zekâya Dair Gelecek Senaryoları

Komisyon Kâtibi ve Mersin Milletvekili Levent UYSAL'ın moderatörlüğünde gerçekleşen bu panelde, yapay zekânın gelecekteki olası etkileri ve senaryolar detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.

• **Beyin Cerrahı Prof. Dr. İsmail Hakkı AYDIN'ın Sunumu:** Yeni bir çağa girildiği ve bilimin "soğan katmanları" tarzında, eskiyi reddetmeden ancak ondan destek alarak çok hızlı ilerlediği vurgulanmıştır. Yapay zekâyı anlamak için temel bilimlere, özellikle fizik, kimya, matematik, moleküler biyoloji ve nörobilime yönelmek gerektiği belirtilmiştir. Tarihsel örnekler sunulmuştur: 1958'de Cahit Arf'ın "Makine öğrenebilir mi?" makalesi ve 1979'da insan düşüncesinin kaydedilmesi deneyimi. Nöronlar arasındaki bağlantı hızından ve hangi nöronun hangi frekansla hangi fikri ürettiğinin bulunmasından bahsedilmiş, felçli hastaların nöron sinyalleriyle konuşturulması ve yürütülmesi gibi güncel bilimsel gelişmeler aktarılmıştır. Türkiye için bir Yapay Zekâ Üniversitesi kurulması önerilmiş, bu üniversitenin içerisinde insan mühendisliği, beyin mühendisliği, nörobilim, nanonörobiyoloji, veri mühendisliği ve dijital para fakültelerinin yer alması gerektiği belirtilmiştir. Konuşmasında, bilgi işleyen her şeyin yeni bilgi ürettiği ve bilinç üretebileceği tezi sunulmuş, robotların kendi dillerini üretebildiği (Bob ve Alice robotları) örneği verilmiştir. Ayrıca, "Omix" projesi kapsamında 2050 yılına kadar Mars şartlarına uygun yeni insan türleri ve inorganik insan üretimi üzerinde çalışıldığı gibi fütüristik senaryolardan bahsedilmiştir. Tıpta radyoloji, patoloji, cildiye gibi mesleklerin yapay zekâ nedeniyle dönüşüm içinde olduğu ve hatta "öldüğü" ifade edilmiştir.

• **Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi Temsilcisi ve Yönetim Danışmanı Halil AKSU'nun Sunumu:** Teknolojideki hızlanmayı açıklamak için "eksponansiyel artış" benzetmesi yapılmış (29 adımda aya varma) ve yapay zekâ modellerinin akıllanma hızının 6 ayda 10 kat olduğu ifade edilmiştir. 2030 yılına kadar 10 misli veri merkezine, enerji kaynağına ve yapay zekâ mühendisine ihtiyaç duyulacağı öngörülmüştür. Sadece mühendis değil, psikolog, sosyolog, hukukçu ve etikçi gibi farklı alanlardan uzmanlara da ihtiyaç

duyulacağı belirtilmiştir. ABD'de 2025 yılında yapay zekâya 1 trilyon dolardan fazla yatırım yapılacağı bilgisi paylaşılmıştır. Yapay zekânın hayatımızı kolaylaştıracağını (cep telefonu, çamaşır makinesi örnekleriyle) belirtirken, işsizlik, eşitsizlik, dezenformasyon, manipülasyon ve otonom silahlar gibi tehditlere de değinilmiştir. "Yapay bıçağın şakası olmaz" benzetmesiyle, yapay zekânın tehlikelerinin çocukluktan itibaren kültüre dahil edilmesi ve öğretilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Verimlilik artışı durumunda çalışma koşullarının değişebileceği (hafta sonunun 3 güne çıkarılması) önerisi sunulmuş, koşulsuz asgari ücret (universal basic income) uygulamasından bahsedilmiştir. Şirketlerin çoğunun henüz Sanayi 3.0 seviyesine dahi gelmediği, bu nedenle genel verimlilik artışının platoda seyrettiği ifade edilmiştir. Çağrı merkezi çalışanları örneği verilerek, yapay zekânın insanı "telef eden" işleri ortadan kaldırabileceği ve mesleklerin evrilme sürecine girdiği belirtilmiştir.

• **Turkcell Bilgisayar Mühendisi Yusuf YİĞİT'in Sunumu:** Yapay zekâ modellerinin insanlığın bugüne kadarki tüm yazılı müktesebatını (telif hakkı olsun olmasın) içselleştirmiş olduğunu ve firmaların bu modellere kendi amaçları doğrultusunda "üst terbiye" verdiklerini belirtmiştir. DeepSeek modelinin çıkışı ile Amerikan borsasında bir günde 1 trilyon dolarlık etki yaratması gibi hızlı değişimlere dikkat çekilmiştir. Çin'in DeepSeek örneği üzerinden, daha az insan kaynağı ve yüksek optimizasyonla model geliştirmedeki başarısı vurgulanmış, bunun "insanlığın zekâsıyla yaptığı kırılımlar" olduğu ifade edilmiştir. Elektriğin endüstrideki dönüşümünün 50 yıl sürdüğü, yapay zekânın dönüşümünün ise 6 ay-1 yıl gibi çok daha kısa döngülerde gerçekleştiği belirtilmiştir. Açık modeller üzerinden Türkiye'nin yapay zekâ dünyasında ciddi bir oyuncu olma fırsatına sahip olduğu dile getirilmiş, donanım ve çip yatırımlarının kritik önemi vurgulanmıştır. 4 yaşındaki bir çocuğun duyusal veri miktarının en büyük yapay zekâ modellerinin 50 katı olduğu bilgisi paylaşılmış, 5G teknolojisinin yapay zekâ veri merkezlerini uçtaki cihazlarla bağlayarak "beyin gibi düşünmesini" sağlayacağı fütüristik bir senaryo olarak sunulmuştur. Turkcell'in veriye dayalı analitik kararlar verme geleneğinden geldiği, üretken yapay zekâ konusunda ise "güvenli yapay zekâ" ilkelerini önemsediği belirtilmiştir. %90-95 başarı gerektiren kritik konularda mevcut yapay zekâ modellerinin henüz yetersiz olduğu, insanın hala "son editör" rolünde olduğu ifade edilmiştir. Turkcell'in iç süreçlerinde, özellikle yazılım geliştirme, pazarlama ve satış alanlarında yapay zekâ araçlarını entegre ettiği, çağrı merkezinde operatörlerin hayatını kolaylaştıracak modellerin geliştirildiği ve gelecekte tamamen yapay zekâ ajanlarıyla çalışma hedefinin olduğu açıklanmıştır.

3. Panel: Yapay Zekâda Hukuki Çerçeve ve Etik Düzenlemeler

Bu oturumda, yapay zekânın getirdiği hukuki sorunlar, etik ilkeler ve uluslararası düzenlemeler Komisyon Sözcüsü ve İstanbul Milletvekili Büşra PAKER'in moderatörlüğünde detaylı bir şekilde incelenmiştir.

• **Galatasaray Üniversitesi Öğretim Üyesi, Bilişim ve Teknoloji Hukuku Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Emine Eylem AKSOY RETORNAZ'ın Sunumu:** Hukuk etiği bağlamında yapay zekâ etiğinin, insan haklarına, demokrasiye, hukukun üstünlüğüne, eşitlik, adalet, hakkaniyet ve dürüstlük ilkelerine uygun bir yapay zekâ sisteminin tasarlanmasını ifade ettiği belirtilmiştir. Yapay zekâ ve etik ilkelerinin altı ana başlık altında toplandığı ifade edilmiştir: insan haklarına saygılı ve insan odaklı olma, çeşitlilik, ayrımcılık yasağı ve adalet ilkesi, şeffaflık ve hesap verebilirlik, teknik sağlamlık ve güvenlik, gizlilik ve veri yönetimi (veri kazıma ve kişisel veri ihlalleri), ve çevresel etkiler. Hukuki düzenlemelerin temel hak ve özgürlükleri güvence altına alması, etik ilkeleri hayata geçirmesi, teknoloji açısından tarafsız olması, inovasyonu desteklemesi ve tüm hukuk sistemini sorgulatmaması gerektiği belirtilmiştir. Dünya genelindeki hukuki düzenleme eğilimleri örneklenmiş, Türkiye için Avrupa Konseyi Yapay Zekâ Sözleşmesi'nin imzalanması ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü'ne uyumun kanunla sağlanması gerektiği önerilmiştir. Küresel ölçekte uyumlu yapay zekâ düzenlemeleri oluşturmanın önündeki en büyük engelin Çin olduğu, insan hakları yaklaşımlarındaki farklılıkların bu uyumu zorlaştırdığı belirtilmiştir. Yapay zekâ kullanımında kusur belirlemenin ve sorumluluk atfetmenin zorlukları (örneğin Microsoft'un nefret söylemi yayan chatbotu) üzerinde durulmuş, ceza hukuku bağlamında "fişini çekme" sorusunun cevabının henüz bulunamadığı ifade edilmiştir. Verilerin ülke içinde kalması için veri merkezlerinin kurulmasının ve kamu verilerinin Türkiye'de depolanmasının önemi vurgulanmıştır.

• **İstanbul Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Nafiye YÜCEDAĞ KESKİN'in Sunumu:** Yapay zekâ kullanımından doğan zararların (chatbotun intihara sürüklemesi, robotik ameliyatlar, otonom araç kazaları) arttığına dikkat çekilerek, mevcut mevzuatın mağdurları yeterince koruyup korumadığının sorgulanması gerektiği belirtilmiştir. Avrupa Komisyonu'nun bir araştırmasına göre, şirketlerin %33'ünün kişisel veri ve yapay zekâ düzenlemelerini, yapay zekâ kullanımına bir engel olarak gördüğü ifade edilmiştir. Avrupa Birliği'ndeki ürün sorumluluğu düzenlemeleri ve Türkiye'deki Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu karşılaştırılmış, her iki düzenlemenin de kusursuz sorumluluk ilkesini benimsediği vurgulanmıştır. Yeni Ürün Sorumluluğu Yönergesi ile yazılımların kapsama alındığı, ancak Türk hukukunda yazılıma ilişkin özel bir düzenlemenin eksik olduğu

belirtilmiştir. Yapay zekâ sistemlerinin karmaşık yapısı (çoklu aktörler, makine öğrenmesi nedeniyle girdi-çıktı korelasyonunun tam öngörülememesi) nedeniyle zararın kaynağını tespit etmenin zor olduğu, bu durumun geleneksel ispat yükü sistemini yetersiz kıldığı açıklanmıştır. Bu yetersizliği gidermek için Avrupa Birliği'nde getirilen delilleri açıklama yükümlülüğü ve bazı hallerde ispat yükünün hafifletilmesi veya tersine çevrilmesi gibi mekanizmalar önerilmiştir. Üreticiye, bilimin ve tekniğin geldiği noktayı dikkate alarak sorumluluktan kurtulma imkanı tanınması gerektiği belirtilmiş, yapay zekâ sistemlerinin piyasaya sürüldükten sonra da makine öğrenmesinin devam ettiği vurgulanmıştır. Veri dolaşımının engellenemeyeceği, ancak lokalizasyon (bankacılık, sağlık gibi hassas alanlarda) ve denetimin önemine değinilmiştir.

- Yapılan anketlerde, katılımcıların %80'e yakınının yapay zekânın kişisel veri kullanımı konusunda endişeli olduğu (%47 çok endişeliyim, %35 biraz endişeliyim) ortaya konulmuştur.

- **Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı Uzmanı Çiğdem AKIN'ın Sunumu:** Avrupa Birliği'nin Yapay Zekâ Tüzüğü'nün dünyadaki ilk kapsamlı ve bağlayıcı hukuki çerçeve olduğu vurgulanmıştır. Tüzüğün, AB'de faaliyet gösteren tüm aktörleri etkilediği ve Türkiye'nin AB katılım süreci açısından önem taşıdığı belirtilmiştir. AB'nin dijital politikasının temel hedefinin etkin, etik ve güvenilir bir dijital pazar kurmak olduğu, bunun AB Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR), Dijital Hizmetler Tüzüğü ve Yapay Zekâ Tüzüğü gibi yatay düzenlemelerle sağlandığı ifade edilmiştir. Hukuki çerçevede hem bağlayıcı (etik rehber, tüzükler) hem de bağlayıcı olmayan (kurum görüşleri, paktlar) düzenlemelerin yer aldığı açıklanmıştır. Yapay Zekâ Tüzüğü'nün aşamalı olarak uygulanmaya başladığı, ancak büyük ölçüde uygulamasının Ağustos 2026'da görüleceği belirtilmiştir. Tüzüğün millî güvenlik, askerî savunma, bilimsel araştırma ve kişisel kullanım gibi hallerde uygulanmadığı ifade edilmiştir. Tüzüğün risk temelli yaklaşımı detaylandırılmıştır: Tamamen yasaklanan uygulamalar (yüz tanıma veri tabanları), yüksek riskli haller (sağlık, güvenlik, temel haklara ciddi riskler), sınırlı risk (chatbotlar) ve minimum risk (video oyunları). Üretken yapay zekâ sistemleri için de ayrı düzenlemeler getirildiği belirtilmiştir. AB'nin uluslararası düzenleme süreçlerinde (BM, Avrupa Konseyi, OECD) aktif rol oynadığı vurgulanmıştır. Avrupa Konseyi Yapay Zekâ Sözleşmesi'nin yeni bir insan hakkı kategorisi getirmediği, ancak yapay zekâ yaşam döngüsüne ilişkin genel yükümlülükler getirdiği belirtilmiştir. Verilerin sınır aşan özelliği nedeniyle aktarımının engellenemeyeceği, ancak düzenlenebileceği ve denetlenebileceği, özellikle ticarî açıdan verilerin serbest dolaşımının önemi vurgulanmıştır.

4. Panel: Yapay Zekânın İş Gücü Piyasasındaki Etkileri ve Sektörel Uygulamaları

Yapay zekânın iş gücü piyasalarına etkileri ve sektörel uygulamaları, Komisyon Başkanvekili ve Ankara Milletvekili Jülide SARIEROĞLU'nun moderatörlüğünde tartışılmıştır. Panelde, yapay zekânın hem ekonomik hem de toplumsal bir aktör olarak rolü değerlendirilmiştir.

• **İŞKUR Genel Müdür Yardımcısı Oğuz ÖZDEMİR'in Sunumu:** Yapay zekânın sanayi devrimi gibi hayatın tüm alanlarını etkileyeceği ve özellikle iş gücü piyasalarının %50'den fazla katılımcı tarafından en çok etkilenecek alan olarak görüldüğü belirtilmiştir. Teknolojik gelişmelerin bazı meslekleri ortadan kaldırırken yeni meslekler ortaya çıkardığı tezi sunulmuş, yapay zekânın da benzer bir etki yaratacağı öngörülmüştür. Uluslararası raporlardan (LinkedIn, PwC, McKinsey, WEF) çarpıcı veriler paylaşılmıştır. Yapay zekânın sadece mavi yakalıları değil, beyaz yakalı meslekleri de tehdit etmeye başladığı ifade edilmiştir. Hızla büyüyen ve düşüş gösteren meslek grupları örneklenmiş, özellikle yapay zekâ ve makine öğrenimi uzmanları gibi mesleklerin hızla büyüdüğü, büro ve sekreterlik gibi mesleklerin ise düşüşte olduğu belirtilmiştir. İŞKUR'un "İkiz Dönüşümün İş Gücü Piyasalarına Etkisi" araştırmasının bulguları aktarılmıştır: Türkiye'deki işletmelerin %65'inin dijital dönüşüm uygulaması kullanmadığı, sadece %2.69'unun yapay zekâ kullandığı tespit edilmiştir. İşletmelerin çoğunluğunun (%58) yapay zekânın işsizliği artıracağını düşündüğü, ancak %80'inin nitelikli iş gücü gerektiren yeni iş alanları yaratacağını öngördüğü belirtilmiştir. İşverenlerin ifadeleriyle, yapay zekânın üretkenliği ve verimliliği artırarak kapasiteyi büyüttüğü ve dolayısıyla iş gücü talebini artırabileceği, hatta bazı işverenlerin robotlaşma ile boşalan elemanları başka alanlara yönlendirmeyi arzu ettiği dile getirilmiştir. Ön plana çıkacak beceriler arasında dijital okuryazarlık, analitik düşünme, algoritma kurabilme ve problem çözmenin yer aldığı ifade edilmiştir.

• **İstanbul Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Onur Emre KAHYA'nın Sunumu:** Yapay zekânın geleceğine yönelik dört farklı senaryo (olabileceğin en iyisi, makine tanrı, yavaş gelişme, eksponansiyel gelişme) değerlendirilmiştir. Özellikle "makine tanrı" senaryosunun, yapay zekânın her işi insandan daha iyi yapabileceği noktaya gelmesi anlamına geldiği ve bunun 5 yıl içinde görülebileceği, teknoloji endüstrisi liderlerinin de 2027-2030 arasını öngördüğü ifade edilmiştir. Leopold Aschenbrenner'in makalesine atıfta bulunularak, yapay zekânın sadece bir işi (kendi algoritmalarını geliştirme) insandan daha iyi yapmasının "zekâ patlamasına" yol açacağı tespiti vurgulanmıştır. Yapay zekâ şirketlerinin ulusal güvenlik ajansları seviyesinde korunması gerektiği belirtilmiş, Open AI'ın yönetim kuruluna

ulusal güvenlik ve uluslararası politika uzmanlarının dahil edilmesi bunun bir sonucu olarak gösterilmiştir. Henry Kissinger ve Eric Schmidt'in yapay zekânın jeopolitik etkileri ve nükleer savaş benzeri senaryolar üzerine yazdıkları yeni makalelerden bahsedilmiştir. Türkiye için farkındalık oluşturma, eğitim ve yapay zekâ liseleri açılması gibi öneriler sunulmuştur. Eğitimin kullanıcı seviyesi ve geliştirici/uzman seviyesi olarak ikiye ayrılması gerektiği, yazılım kodlamanın artık "prompt"larla yapıldığı ve kodun büyük bir kısmının yapay zekâ tarafından yazıldığı belirtilmiştir. Türkiye'nin, Tayvan gibi çip üretme gibi gerçekçi olmayan hedefler yerine, drone gibi iyi olduğu belirli alanlara odaklanması gerektiği ifade edilmiştir. KOBİ'lerin veri tutma kapasitelerinin yetersiz olduğu ve onlara bu konuda hizmet sağlanması gerektiği, yapay zekâ liselerinin iş kurumuyla entegre çalışmasının önemi vurgulanmıştır.

• **Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) Türkiye Ofisi Direktörü Yasser Ahmed HASSAN'ın Sunumu:** ILO'nun temel misyonunun ekonomik büyümenin yanı sıra sosyal ilerleme ve barışı da desteklemek olduğu belirtilmiş, "insana yakışır iş" (decent work) kavramının istihdam, çalışma hakları, sosyal koruma, sosyal diyalog ve iş sağlığı ve güvenliği gibi beş bileşeni içerdiğini ve yapay zekânın tüm bu alanlara uygulandığını ifade etmiştir. ILO araştırmalarının, işten çıkarmanın kaçınılmaz olmadığını, ancak iş dönüşümünün yaşanacağını gösterdiğini belirtmiştir. Yapay zekânın insan emeğini ikame etmekten ziyade destekleyeceğini ve iş gücünün bu değişime uyum sağlamak için becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yapay zekânın etkisinin, sisteme nasıl entegre edildiğine bağlı olduğu ve etkinin ölçümünün birçok faktöre göre değiştiği dile getirilmiştir. En çok etkilenecek sektörler arasında büro/idari işler, imalat/lojistik, perakende/bankacılık, sağlık ve içerik denetimi sayılmıştır. Yapay zekâ etik uzmanı, yapay zekâ destekli sağlık profesyonelleri, prompt mühendisleri gibi yeni mesleklerin hızla ortaya çıktığı belirtilmiştir. Yapay zekânın iş gücü piyasasına belirsizlik getirdiği vurgulanmış, işverenlerin %60'ının 2030'a kadar işlerinin yapay zekâ tarafından dönüşeceğine inandığı aktarılmıştır. Artan yaşam maliyeti, yeşil dönüşüm ve demografik değişim gibi diğer endişeler de dile getirilmiştir. Çekirdek becerilerin %44'ünün değişeceği ve mevcut işlerin %50-60'ının teknoloji nedeniyle dönüşebileceği vurgulanmıştır. ILO, ulusal strateji geliştirirken sosyal diyalogun (işçi ve işveren temsilcileri dahil) ve uluslararası işbirliğinin önemini belirtmiştir. Mevcut uluslararası yapay zekâ girişimlerinin (OECD, G7, G20, Avrupa Konseyi) kapsamlı olmadığı ve risk odaklı yaklaştığı, ancak BM'deki "Gelecek Zirvesi" ile yeni bir momentum oluştuğu ifade edilmiştir. Sendikaların marjinalleşme, ikame edilme riski ve yeniden canlanma ihtiyacı gibi zorluklarla karşı karşıya olduğu belirtilmiştir.

• **Sabancı Üniversitesi Dijital Dönüşüm Direktörü Dr. Emre SERT'in Sunumu:** Yapay zekânın "altın çağı" ve ardından gelen "kış dönemi" ile GPU'ların etkisine değinilmiş, mevcut gelişmişliğin ardından bir "yapay zekâ savaşı" ve kısa bir duraklama döneminin gelebileceği öngörüsü paylaşılmıştır. 2030 yılına kadar dünya genelinde 10 trilyon dolarlık bir ekonomik büyüme beklentisi olduğu ve ABD ile Çin'in bu alanda liderliği çektiği belirtilmiştir. PwC'nin araştırmasından alıntı yaparak, sektörlerin yapay zekâdan nasıl etkileneceği ve adaptasyon hızlarına göre bir matris sunulmuştur. Pazarlama, yazılım ve eğlence sektörlerinin yüksek yıkıcılık ve hızlı adaptasyon gösterdiği; hukuk ve sağlık gibi sektörlerin ise yüksek yıkıcılık ancak daha yavaş adaptasyon yaşadığı ifade edilmiştir. ABD'de yapılan araştırmaya göre çağrı merkezi, perakende ve depo iş gücünün yapay zekâdan daha çok etkileneceği, ancak sanat ve insan duygusuna dayalı rollerin daha az etkileneceği belirtilmiştir. Çin'in yapay zekâ stratejisinin patent alma ve AR-GE yatırımlarına odaklandığı, Türkiye'deki işletmelerin %74'ünün yapay zekânın kendi sektörlerini dönüştüreceğine inandığı aktarılmıştır. Yapay zekânın uygulanmasında karşılaşılan zorluklar olarak güvenlik ve gizlilik endişeleri (Kuzey Koreli mühendislerin veri sızdırması, Samsung veri sızıntısı örnekleriyle), yetenek ve uzmanlık eksikliği, yatırım maliyetlerinin dönüşü ve veri kalitesi/ulaşılabilirliği sorunları sıralanmıştır. Yapay zekâda "halüsinasyon" probleminin devam ettiği ve doğruluk oranını artırmaya yönelik çalışmaların olduğu belirtilmiştir. Sabancı Üniversitesi'nin IFC ile yürüttüğü dijital dönüşüm programından bahsedilmiş, veri yönetişiminin başarının %70'ini oluşturduğu vurgulanmıştır. Türkiye'de veri mühendisi bulma zorluğu ve beyin göçü sorunu dile getirilmiş, bunu önlemek için uzaktan çalışma esnekliği ve hekatonlar gibi programların başlatıldığı açıklanmıştır.

5. Panel: Yapay Zekâ Ekosistemi

Zirvenin son oturumu olan yapay zekâ ekosistemi, Komisyon Üyesi ve Bursa Milletvekili Hasan ÖZTÜRK'ün moderatörlüğünde gerçekleştirilmiştir. Bu oturumda, yapay zekâ ekosisteminin tüm bileşenleri bütünsel bir yaklaşımla ele alınmıştır.

• **Microsoft Türkiye Genel Müdürü Levent ÖZBİLGİN'in Sunumu:** Yapay zekânın bu yüzyılın en önemli ve yıkıcı gelişmelerinden biri olduğu belirtilmiştir. Microsoft'un OpenAI'ın önemli bir iş ortağı ve yatırımcısı olduğu, ChatGPT'nin 100 milyon kullanıcıya sadece 3 ayda ulaşarak tarihin en hızlı yayılan teknolojilerinden biri olduğu ifade edilmiştir. ChatGPT'deki GPT kısaltmasının "genel amaçlı teknoloji" (general purpose technology) olarak yorumlandığı ve yapay zekânın, elektriğin icadı ile matbaanın keşfi gibi tarihsel buluşlarla kıyaslandığı vurgulanmıştır. Yapay zekânın yayılımının (difüzyon) elektrik gibi basit, demokratik ve ucuz olması gerektiği belirtilmiştir. Yapay zekânın yaygınlaşmasının

en büyük sebebinin, matematiksel denklemlerin hesaplanması için muazzam bilişim gücü gerektirmesi ve bu gücün "bulut bilişim" (gezegenin bilişimi) tarafından sağlanması olduğu açıklanmıştır. Türkiye'nin veri egemenliğini yeniden tanımlaması gerektiği, kişisel, kurumsal ve kamu verilerinin uluslararası standart ve anlaşmalara bağlı olarak dünya çapında çalışan veri merkezlerinde nasıl dolaşacağının çerçevesinin çizilmesinin kritik öncelik olduğu ifade edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin gayri safi millî hasılalarının %4 ila %7'sini bu teknolojilere harcadığı bilgisi paylaşılmıştır. Microsoft'un, Türkiye'nin KVKK (Kişisel Verileri Koruma Kanunu) kurallarına %100 uygun bir şekilde verileri sakladığı ve işlediği taahhüt edilmiştir. Yazılımcıların mesleklerini kaybetme korkusu üzerine, Microsoft'ta kodun %80-85'inin yapay zekâ tarafından yazıldığı, ancak bunun verimliliği artırdığı ve angarya kısmını yapay zekâya yaptırarak kodun daha kaliteli ve az kodla yazılmasını sağladığı belirtilmiştir. Microsoft'un artık sadece teknoloji müdürlerine değil, insan kaynakları, pazarlama, satış gibi departmanlara da yapay zekâ ile kendi kodlarını yazmalarını beklediği vurgulanmıştır.

• **Huawei Türkiye AR-GE Sorumlu Genel Müdür Yardımcısı He MING'in Sunumu:** Huawei Türkiye'nin 20 yılı aşkın süredir Türkiye'de yatırım yaptığını ve yerel yetenekleri desteklediğini belirtmiştir. Yapay zekâ çağının başında olunduğu ve Türkiye'de yüzlerce yeni yapay zekâ startup'ının ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Yapay zekâ ekosisteminde en önemli unsurun "yetenek" olduğu vurgulanmış, üniversite eğitimleriyle işbirliği, endüstri bilgisinin öğrencilere aktarılması, staj programları ve bulut sertifikasyonlarının önemi üzerinde durulmuştur. Geliştiricilerin ve işletme çalışanlarının yapay zekâ kapasitelerinin artırılması gerektiği belirtilmiştir. Huawei Cloud'un Türkiye'de fiziksel bölgesi olan tek bulut sağlayıcısı olduğu ve yapay zekâ servislerinin yakında Türkiye'de sunulacağı açıklanmıştır. Startup destek programları (inkübatörler, teknik destek, ticarileşme, uluslararasılaşma) ile yapay zekâ yeniliklerinin desteklendiği ifade edilmiştir. Yapay zekâ altyapılarının (AI infrastructures) ekosistemin temelini oluşturduğu ve telekomünikasyon operatörleriyle işbirliği içinde bu altyapıların geliştirildiği belirtilmiştir. Hükümet, şirketler, eğitim ve akademi arasında işbirliğinin önemine dikkat çekilmiştir.

• **Türkiye Yazılımcılar Federasyonu Yönetim Kurulu Başkanı Mustafa ÇALIŞ'ın Sunumu:** Günümüzde cephe savaşlarının teknoloji savaşlarına dönüştüğü ve genç nüfusu elinde barındıran, yazılıma yatırım yapan ülkelerin ilk 10 ekonomiye oynayacağını belirtmiştir. Dünya bilişim sektörünün 5 trilyon dolarlık bir hacme sahip olduğu ve bunun 3,5 trilyon dolarının yazılım sektöründen geldiği bilgisi paylaşılmıştır. Türkiye'nin 2024 yılında %40 büyüyerek 4.8 milyar dolarlık yazılım ihracatı gerçekleştirdiği, ancak 5.5 milyar dolarlık

ithalatın olduğu, bu nedenle ihracatın artırılması için yoğun çalışılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapay zekânın mevcut yazılım devriminin en önemli aktörü olduğu ve "veri"nin büyük önem taşıdığı belirtilmiştir. Verinin Türkiye'de olması gerektiği, bunun ülkeye kudret katacağı inancı dile getirilmiştir. Yazılımcıların meslek odasının olmaması, ticaret odalarındaki bilişim ve yazılım komitelerinin yetersizliği gibi yapısal sorunlara dikkat çekilmiştir. Türkiye'deki firmaların %90'ının ihracat yapamadığı, bu eksikliği gidermek için uluslararası teknoloji ve yazılım zirvelerinin düzenlendiği belirtilmiştir. Kamu, sanayi, STK ve akademi bileşenlerinin kolektif çalışması gerektiği vurgulanmıştır. Üniversitelerdeki eğitim sorunlarına değinilmiş; bilgisayar mühendisi yetiştirme oranının yüksekliği yerine Avrupa örneğindeki gibi %30 donanım ve %70 yazılım mühendisi oranına geçilmesi gerektiği önerilmiştir. Her üniversitede yazılım mühendisliği kurulması ve 7 bölgede yazılım ve yapay zekâ mühendisliği üniversitelerinin bölgesel uzmanlaşma ile kurulması önerilmiştir. Yazılım İhracatçılar Birliği kurulması çağrısı yapılarak, tüm yazılımcıların tek çatı altında toplanmasının ülkeye büyük katkı sağlayacağı ifade edilmiştir. Federasyonun 17 üniversiteyle işbirliği, 27 ülkede temsilcilik ve yurt dışı ofisleri ile beyin göçünü önleme ve yapay zekâ projelerini Türkiye'de tutma çabaları açıklanmıştır.

• **Bilişim Sanayicileri Derneği ve Yapay Zekâ ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Üyesi, Yapay Zekâ Girişimcisi Barış KARAKULLUKÇU'nun Sunumu:** Türk Telekom ve İş Bankası fonlarından yaklaşık 200 girişime yatırım yapan mekanizmalarda yer aldığı, son 3 yılda kurum içi girişim olarak "Yapay Zekâ Fabrikası"nı kurduğu açıklanmıştır. 2500'den fazla Türk diaspora girişiminin taranarak global başarı potansiyeli yüksek olanlara yatırım yapıldığı ve bu platformun Türkiye'nin en etkili yapay zekâ ekosistemlerinden biri olduğu ifade edilmiştir. Kurulan modelin, kamu, endüstri, akademi ve girişimleri merkeze alarak birlikte çalıştırmayı başardığı belirtilmiştir. Yaklaşımın "akılla kurulan insanla tamamlanan bir gelecek hayali" üzerine inşa edildiği, yapay zekânın merkezinde bilimin ve aklın olması gerektiği, ancak kurguların insan odaklı, etik ve riskleri yöneterek yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapay zekâ yatırımlarının hızlandığı, 2024'te 200 milyar doları aşan bir ekosistemden bahsedildiği, bölgesel rekabetin hızlandığı ve Çin'in öne geçtiği trendler üzerinde durulmuştur. Türkiye'deki yapay zekâ ekosistem haritasının kalabalıklaştığı, ancak global rakamların gerisinde olduğu belirtilmiştir. Etkin kamu politikalarının (Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi gibi) uygulanmasının ve akademik bilgi birikiminin bu çalışmalara akıtılmasının önemi vurgulanmıştır. Çin'in başarısının, popülasyon büyüklüğü, iç rekabet, ebeveynlerin çocuklarına teknolojik eğitim verme çabası ve girişimcilikle ekonomik yükselme örnekleriyle açıklandığı ifade edilmiştir. Akıllı yaşam ve yatırım bölgeleri kurulması

önerilmiş, bu bölgelerde veri merkezleri, uzaktan çalışmaya uygun kampüsler ve finansal teknoloji ile sağlık gibi alanlarda anonimleştirilmiş veri paylaşımının sağlanması gerektiği belirtilmiştir. "Stratejik sektörel sıçrama" için seçilmiş sektörlerde akıllı işbirliği (solo değil, senfonik bir orkestra gibi) ve imtiyazlarla çalışma ekiplerinin oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır. "Küçük olsun, benim olsun" zihniyetinin rekabette başarısızlığa yol açacağı uyarısı yapılmıştır.

• **Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Millî Teknoloji Genel Müdürü Sadullah UZUN'un Sunumu:** Yapay zekânın muhakeme ve soyut kavrama yeteneklerinde %85'e varan başarıya ulaştığı güncel test sonuçlarını paylaşmıştır. Yapay zekâya adapte olanların, adapte olmayanların işini elinden alacağı belirtilmiştir. İnsansı robotların fiziksel görevlerde %70 başarı oranını geçtiği ve yapay zekânın fiziksel konularda da hayatı değiştireceğinin bir göstergesi olduğu ifade edilmiştir. Mevcut insan kaynağının bu yeni koşullara alışması ve beceri yükseltme kavramının önemi vurgulanmıştır. Türkçenin en uzun kelimesinin (muvaffakiyetsizleştiremeyebileceklerimizdenmişsinizcesine) bile mevcut yapay zekâ modelleri tarafından hecelenememesi gibi örneklerle dil modellemesindeki eksikliklere ve millî teknoloji hamlesi gerekliliğine dikkat çekilmiştir. Millî Teknoloji Hamlesi'nin ülkenin teknoloji stratejisinin markası olduğu ve merkezinde beşerî sermayenin yer aldığı belirtilmiştir. Bu hamlenin, beşerî sermayeye gerekli altyapıyı sağlamak, eğitim vermek suretiyle dijital dönüşüm, sanayiyi dönüştürme ve girişimcilikle dünyayı dönüştürme gibi çıktılar beklediği ifade edilmiştir. Millî Teknoloji Genel Müdürlüğü'nün yapay zekâ strateji belgesinin hazırlanmasında ve Sanayi 2030 stratejisinde yapay zekâya özel başlıklar açılmasında aktif rol aldığı belirtilmiştir. TÜBİTAK'ın TURBA altyapısı (Arf süper bilgisayarı: 3.5 Petaflop) ve İspanya'daki Marinastrum 5 süper bilgisayarında Türkiye'nin kullanım hakkı olduğu, bu hizmetin akademi tarafından yoğun, özel sektör tarafından ise yeterince kullanılmadığı belirtilmiştir. Yapay zekâ teknolojilerindeki dışa bağımlılığı azaltmak için nitelikli insan kaynağı, doğru veri ve işlemci altyapısı ile yapay zekâya özel girişim sermayesi fonu kurulmasının yol haritasının temelini oluşturduğu belirtilmiştir.

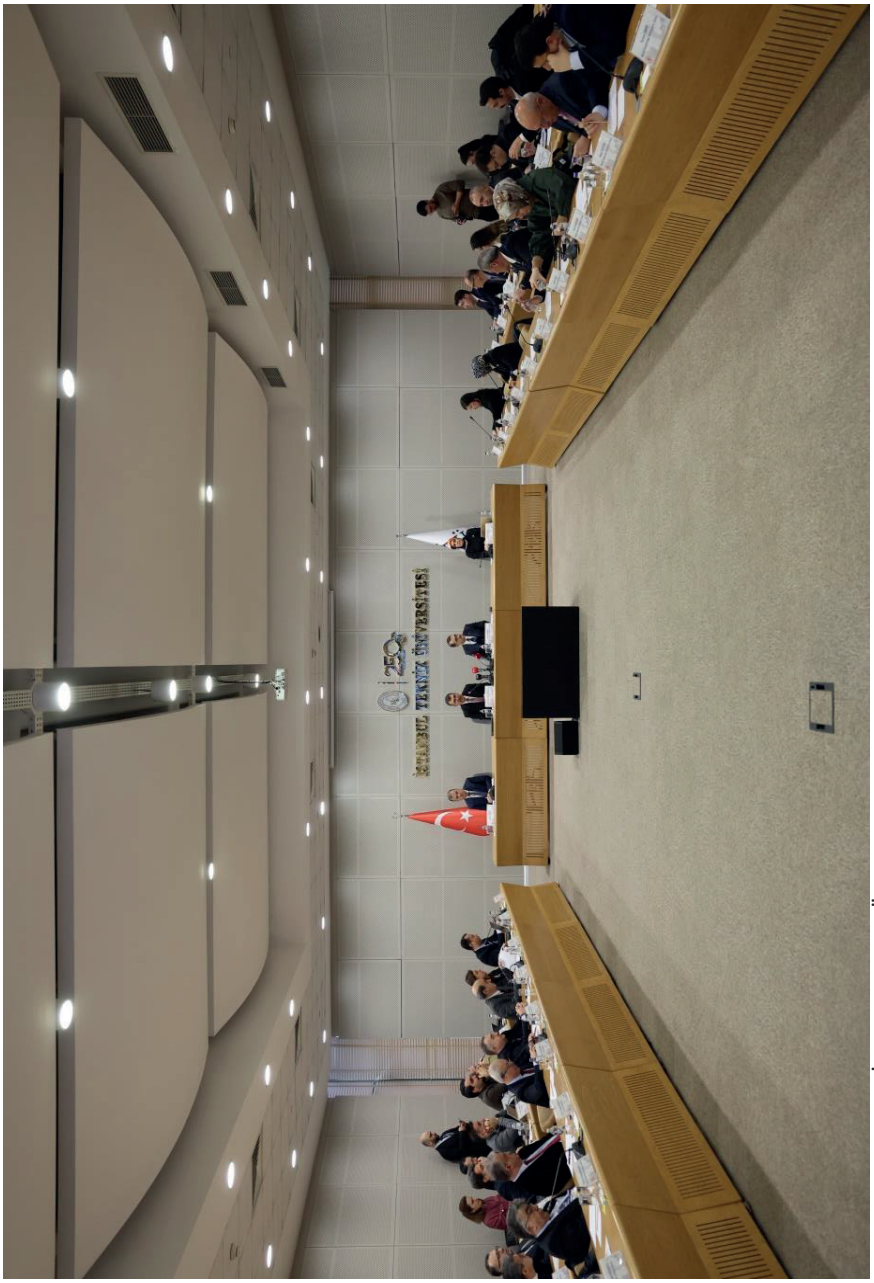
5. Anket Sonuçları ve Ortak Çıktılar

Zirve boyunca gerçekleştirilen anketler, katılımcıların yapay zekâya ilişkin genel eğilimlerini yansıtmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- Katılımcıların %63'ü, yapay zekânın önümüzdeki 10 yıl içinde siyasî kampanyaların yürütülme şeklini büyük ölçekte değiştireceğini düşünmektedir.
- Yapay zekâ teknolojilerinin vatandaş-devlet ilişkisindeki en olumlu etkisinin %39 ile hizmetlere erişimin kolaylaşması olacağı belirtilmiştir.

- Yapay zekânın siyaset alanında kullanımında en çok düşündüren konunun %51 ile yanlış bilgi ve propaganda riski olduğu tespit edilmiştir.
- Katılımcıların %40.3'ü yapay zekânın siyasetçilerin kararlarını muhtemelen daha iyi hale getirebileceğini, %28.4'ü ise kesinlikle daha iyi hale getirebileceğini belirtmiştir.
- Yapay zekânın kişisel veri kullanımı konusunda katılımcıların %47'si çok endişeli, %35'i ise biraz endişeli olduğunu belirtmiştir.
- Yapay zekâ sistemlerinin etik kullanımı konusunda en etkili yaklaşımın uluslararası standartlar ve etik kurullar/bağımsız denetçiler (%28) ile toplum bilincini artıracak eğitim (%19) olduğu değerlendirilmiştir.
- Yapay zekâ düzenlemelerinde ön planda tutulması gereken değerlerin başında %30 ile şeffaflık ve hesap verebilirlik, %28 ile insan hakları ve onuru geldiği belirtilmiştir.
- Yapay zekânın işlerini elinden alma ihtimalinin katılımcıların %36'sının "pek endişelendirmiyor", %29'unun ise "hiç endişelendirmiyor" olarak değerlendirdiği görülmüştür.
- Yapay zekânın mesleği etkileme potansiyelini katılımcıların %52'si işimi kolaylaştıracak bir asistan olarak görmektedir.
- Yapay zekâ ekosisteminin gelişmesi için en önemli faktörün AR-GE yatırımları ile eğitim ve insan kaynağı olduğu belirtilmiştir.
- Ekosistemde en kritik paydaşlar olarak özel sektör ve teknoloji şirketleri ile üniversite ve araştırma kurumları eşit oranda görülmüştür.
- En etkili işbirliği modelinin %34.8 ile kamu-özel sektör ortaklıkları olduğu, bunu %32.6 ile üniversite-sanayi işbirliğinin takip ettiği belirlenmiştir.
- Türkiye'nin yapay zekâ ekosisteminde en acil ihtiyaç duyduğu alanların altyapı ve teknolojik yatırımlar ile nitelikli insan kaynağı ve eğitim olduğu ifade edilmiştir.

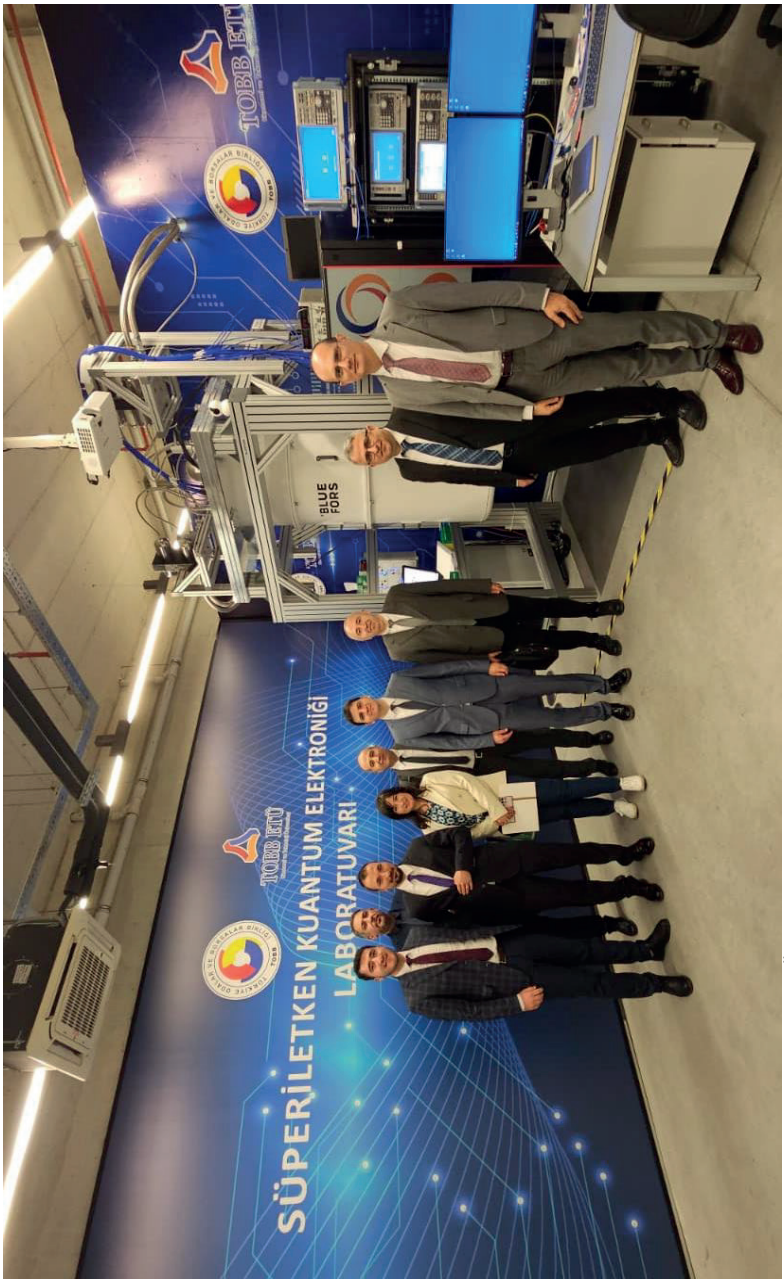
3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti



17 Şubat 2025 tarihli İstanbul Teknik Üniversitesi Çalışma Ziyareti

17 Şubat 2025 tarihli Koç Üniversitesi Çalışma Ziyareti

28 Nisan 2025 tarihli TOGG TRUTEK Çalışma Ziyareti



28 Nisan 2025 tarihli TOBB ETÜ Çalışma Ziyareti

28 Nisan 2025 tarihli TOBB ETÜ Çalışma Ziyareti

8 Mayıs 2025 tarihli Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi

8 Mayıs 2025 tarihli Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi

8 Mayıs 2025 tarihli Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi

E KOMİSYONDA GÖREVLENDİRİLENLERİN LİSTESİ

SIRA	İSİM	UNVAN	KURUM
1	Sezen CİVELEK TOKGÖZ	Yasama Uzmanı	TBMM Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı
2	Akif ULUTÜRK	Yasama Uzman Yardımcısı	TBMM Kanunlar ve Kararlar Başkanlığı
3	Fuat Can BAYRAMOĞLU	Yasama Uzmanı	TBMM Araştırma Hizmetleri Başkanlığı
4	Mutlu KOÇ	Bakanlık Müşaviri	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
5	Prof. Dr. Davut HANBAY	Öğretim Üyesi	İnönü Üniversitesi
6	Prof. Dr. Gresi SANJE	Öğretim Üyesi	Nişantaşı Üniversitesi
7	Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK	Öğretim Üyesi	Galatasaray Üniversitesi
8	Dr. Zümrüt MÜFTÜOĞLU	Uzman	Dijital Dönüşüm Ofisi (Mülga)
9	İlayda SÜER	Analist	Dijital Dönüşüm Ofisi (Mülga)
10	Dr. Hamza ÖZER	Başuzman	TÜBİTAK
11	Dr. Fatih Sinan ESEN	Başuzman	TÜBİTAK
12	Ömer CEYHAN	Tetkik Hâkimi	Adalet Bakanlığı
13	Faruk BÜYÜKBOZKOYUN	Bilişim Personeli	Adalet Bakanlığı
14	Ercan BOYAR	Uzman	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
15	Ezgi TURGUT BİLGİÇ	Uzman	Kişisel Verileri Koruma Kurumu

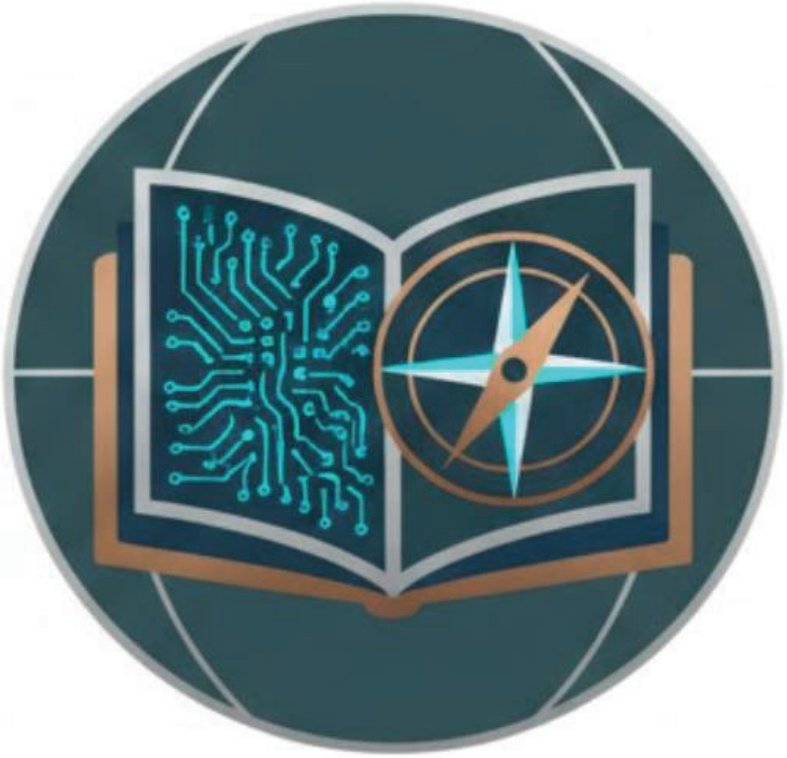
F KOMİSYONA SUNULAN RAPORLAR VE BELGELER

SIRA	KİŞİ/KURUM/KURULUŞ	TARİH-SAYI	KONUSU
1	Kişisel Verileri Koruma Kurumu	26.02.2025/1589919	Kişisel verilerin işlenmesi bağlamında AB Yapay Zekâ Tüzüğünün değerlendirilmesi
2	Türkiye İstatistik Kurumu	11.03.2025/1596841	TÜİK Yapay Zekâ Yaklaşımı Bilgi Notu; Ulusal Veri Yönetişimi için Kurumsal Dönüşüm Bilgi Notu
3	Merve HICKOK	12.03.2025/1597328	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
4	Insider	19.03.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
5	İstanbul Teknik Üniversitesi	21.03.2025/1602434	Türkiye'nin yapay zekâ vizyonu ve İTÜ'nün değerlendirmeleri
6	Oğuz Kaan OLGUN	30.03.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
7	Fatih VARDAR	03.04.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
8	Külünk Vakfı	17.04.2025	"Çocuklar ve Yapay Zekâ: Bıçaksırtı Bir Dönemde Eylem Çağrısı" konulu rapor
9	PwC Türkiye	25.04.2025	Sorun, öneri ve talep içerem bilgi notu
10	İletişim Başkanlığı	30.04.2025	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
11	Dışişleri Bakanlığı	07.05.2025/1625210	02.05.2025 tarihli ve 1622238 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
12	Tuyafed (Türkiye Yazılımcılar Federasyonu)	08.05.2025	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
13	Ali Batuhan YILDIZ	09.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
14	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	14.05.2025/1629130	02.05.2025 tarihli ve 1622250 sayılı yazı
15	Türk Dil Kurumu	14.05.2025	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
16	META	16.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
17	Gençlik ve Spor Bakanlığı	16.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628819 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
18	Diyanet İşleri Başkanlığı	20.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628899 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
19	YÖK	20.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628945 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
20	İletişim Başkanlığı	21.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628922 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
21	Türk Standartları Enstitüsü	22.05.2025/1632718	14.05.2025 tarihli ve 1628745 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
22	İçişleri Bakanlığı	22.05.2025/1633270	14.05.2025 tarihli ve 1628832 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
23	Sabancı Üniversitesi	23.05.2025/1633627	02.05.2025 tarihli ve 1622243 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
24	Kişisel Verileri Koruma Kurumu	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628935 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler

25	TBB	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628984 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
26	TDK	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628981 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
27	TÜİK	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628977 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
28	Savunma Sanayi Başkanlığı	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628964 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
29	İLBANK	23.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Çevre Bakanlığına Bağlı
30	Dışişleri Bakanlığı	26.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628808 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
31	Türk-İŞ	26.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628969 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
32	Ticaret Bakanlığı	28.05.2025/1636782	14.05.2025 tarihli ve 1628673 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
33	Kültür ve Turizm Bakanlığı	28.05.2025/1637086	14.05.2025 tarihli ve 1628835 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
34	Adalet Bakanlığı	29.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628742 sayılı
35	Hazine ve Maliye Bakanlığı	30.05.2025/1638539	14.05.2025 tarihli ve 1628827 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
36	Milli Eğitim Bakanlığı	27.05.2025/1634888 30.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628839 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
37	Sağlık Bakanlığı	30.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628854 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
38	Ticaret Bakanlığı	27.05.2025-30.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628874 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
39	Avrupa Birliği Başkanlığı	02.06.2025/1638867	09.05.2025 tarihli ve 1626612 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
40	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	30.05.2025-02.06.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628797 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
41	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı	03.06.2025/1640184	14.05.2025 tarihli ve 1628746 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
42	Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	04.06.2025/1640716	14.05.2025 tarihli ve 1628746 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
43	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	04.06.2025/1640749	14.05.2025 tarihli ve 1628877 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
44	Milli Savunma Bakanlığı	05.06.2025/1641412 05.06.2025/1641409	14.05.2025 tarihli ve 1628852 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
45	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	10.06.2025/1642152	14.05.2025 tarihli ve 1628860 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
46	Microsoft	11.06.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Sorun, öneri ve talep içeren bilgi notu
47	Tarım ve Orman Bakanlığı	17.06.2025/171645764	14.05.2025 tarihli ve 1628869 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler
48	Memur-Sen	18.06.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	14.05.2025 tarihli ve 1628956 sayılı TBMM yazısı ile istenen bilgiler

G KOMİSYON ÜYELERİNCE SUNULAN ÖNERİLER/ÖNERGELER

SIRA	MİLLETVEKİLİ	TARİH- KAYIT NO	KONUSU
1	Zülküf UÇAR (Van)	31.01.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
2	Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ (Adana)	31.01.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
3	Levent UYSAL (Mersin)	03.02.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
4	Büşra PAKER (İstanbul)	03.02.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
5	Sema SİLKİN ÜN (Denizli)	03.02.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
6	Sema SİLKİN ÜN (Denizli)	14.02.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
7	Utku ÇAKIRÖZER (Eskişehir)	23.02.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Komisyon toplantılarına bilgi vermek üzere davet edilecek kişi ve kurumlara ilişkin öneri
8	Hasan ÖZTÜRK (Bursa)	15.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları
9	Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ (Adana)	27.05.2025 yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları
10	Sema SİLKİN ÜN (Denizli)	30.05.2025/1638085	Rapor yazım çalışmaları
11	Jülide SARIEROĞLU (Adana)	9.10.2025	Rapor yazım çalışmaları
12	Lütfiye Selva ÇAM (Ankara)	17.10.2025	Rapor yazım çalışmaları
13	Şahin TİN (Denizli)	26.10.2025	Rapor yazım çalışmaları
14	Şahin TİN (Denizli)	05.12.2025/ yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları
15	Sevilay ÇELENK ÖZEN (Diyarbakır)	05.12.2025/ yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları
16	Hasan ÖZTÜRK (Bursa)	10.12.2025/ yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları
17	Utku ÇAKIRÖZER (Eskişehir)	11.12.2025/ yapayzeka@tbmm.gov.tr	Rapor yazım çalışmaları



Gücünü teknolojiden, mesruiyetini hukuktan, gayesini insandan alan bir gelecek...

Güvenli bir zemin, sınırsız bir ufuk: Kökleri değerlerimizde, dalları gelecekte bir teknoloji vizyonu...

Not: Bu görsel ve alıntılar raporun vizyonunu yansıtacak şekilde üretken yapay zekâ teknolojileri kullanılarak oluşturulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂ VE TÜRKİYE YAPAY ZEKÂ EKOSİSTEMİ

Yapay zekâ (YZ), yalnızca bilimsel araştırmaların değil, aynı zamanda gündelik yaşamın da temel bir unsuru hâline gelmiştir. Gelişen teknolojilerle birlikte YZ uygulamaları; sağlık, eğitim, savunma, finans, ulaşım gibi pek çok sektörde derin bir dönüşüm yaratmakta ve bu dönüşüm giderek hız kazanmaktadır. Raporun bu bölümü, YZ'nin temellerine yönelik kavramsal bir çerçeve sunmayı, bu alanda kullanılan temel terimleri, algoritmaları ve modelleri açıklamayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda Türkiye'de YZ alanında yürütülen kamu destekleri, teşvik mekanizmaları ve stratejik yönelimler hakkında da bilgi verilmektedir.

Günümüzde bireylerin, kurumların ve devletlerin gündeminde önemli bir yer edinen YZ, yakın gelecekte yaşamın her alanında çok daha belirgin bir rol üstlenecektir. Bu nedenle, yalnızca teknik uzmanların değil; yöneticilerin, karar vericilerin, eğitimcilerin ve hatta öğrencilerin dahi belirli bir düzeyde YZ okuryazarlığına sahip olmaları artık bir tercih değil, bir gerekliliktir.

1.1 ZEKÂ NEDİR? İNSAN ZEKÂSININ BİLİŞSEL ÖZELLİKLERİ NELERDİR?

YZ kavramına geçmeden önce "zekâ" ve "bilinç" gibi temel bilişsel ve felsefi kavramların ele alınması gerekmektedir. Zekâ, tarihsel olarak hem psikoloji hem felsefe hem de nörobilim bağlamında çok boyutlu biçimde tanımlanmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren insan zekâsının algoritmik düzeyde modellenmesine dönük çabalar, YZ alanının doğuşuna zemin hazırlamıştır. Zekâ ve YZ kavramları her ne kadar benzer işlevlere sahip olsa da kaynakları, yapıları, sınırlılıkları ve gelişim süreçleri bakımından önemli farklılıklar içerir. Bu bağlamda hem doğal zekâya hem de YZ'ye ilişkin tanımlar, bileşenler ve uygulama alanları disiplinlerarası bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Psikolojik Perspektiften Zekâ: Psikolojik açıdan zekâ; problem çözme, öğrenme, çevresel uyum sağlama ve soyut düşünme gibi bilişsel yeteneklerin bileşimidir. Alfred Binet'in 1905 yılında geliştirdiği ilk zekâ testi,[1] bireyler arası zihinsel performans farklarını ölçmeye yönelik bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Bu testler zekâyı nicel ve tek boyutlu bir kapasite olarak ele almıştır. Ancak daha sonraki yıllarda Howard Gardner (1983) tarafından

[1] Binet, A. (1905). Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux. L'Année Psychologique.

öne sürülen Çoklu Zekâ Kuramı,[2] zekâyı müzikal, bedensel-kinestetik, kişilerarası, doğa ve görsel-uzamsal gibi bağımsız alanlara ayırmış ve kültürel-kişisel etkileşimlere açık, çoğulcu bir yapıda değerlendirmiştir. Robert Sternberg (1985) ise Triarşik Zekâ Kuramı[3] ile analitik, yaratıcı ve pratik zekâ boyutlarını tanımlayarak çevresel uyaranlara dayalı işlevsel zekâ kullanımı üzerinde durmuştur.

Felsefi Perspektiften Zekâ: Felsefi düzlemde zekâ, sadece bilgi işleme süreçleriyle değil, aynı zamanda bilinç, etik irade ve öz-farkındalık gibi metafiziksel boyutlarla ilişkilidir. Descartes'in "Cogito, ergo sum" (Düşünüyorum, öyleyse varım) önermesi, düşüncenin ve bilinçli farkındalığın varoluşun temeli olduğuna işaret ederken; Aristoteles, zekâyı ruhun en yüksek işlevi olarak değerlendirmiştir. Günümüzde felsefe, zekâyı yalnızca bilgiye erişim ve çözüm üretme kapasitesi değil; aynı zamanda anlam yaratma, öznel deneyim (qualia) ve etik refleksiyonlar çerçevesinde değerlendirmektedir.[4]

Nörobilimsel Yaklaşımlar: Parieto-Frontal Teori; zekânın nörobilimsel temelleri, özellikle beynin ön lob (frontal) ve yan lob (parietal) bölgeleri arasındaki iletişimle ilişkilidir. Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT), zekânın bu iki beyin bölgesi arasındaki etkin sinaptik bağlantılara dayandığını savunur.[5] Ayrıca çalışma belleği kapasitesi, sinaptik plastisite ve işlem hızı gibi biyolojik özellikler zekâ ile doğrudan ilişkilidir.

Bilinç Kavramı: Bilinç, bireyin kendi içsel durumlarının ve çevresel farkındalığının öznel deneyimidir.[6] David Chalmers (1996), bu durumu "zor problem" olarak tanımlamış; bir sistemin bilgi işleyebilmesi ile "ne hissettiğini bilmesi" arasında derin bir fark olduğunu savunmuştur. Bilinç, yalnızca dışa dönük performansa değil, aynı zamanda içsel sezgiye, ahlaki farkındalığa ve iradeye bağlıdır. Bu bağlamda, bilinçli varlık olmanın yalnızca zekâ göstergesi olmadığı, aynı zamanda etik ve ontolojik boyutlara sahip olduğu görüşü yaygınlaşmaktadır.

Zekâ, genellikle problem çözme, öğrenme ve çevresel uyum sağlama gibi bilişsel becerileri ifade ederken; bilinç, öznel deneyim, farkındalık ve irade ile ilişkilidir. Bu iki kavram sıklıkla örtüşmekle birlikte, aynı şey değildir. Zekâ, dış dünyaya yönelik işlevsel bir performans göstergesi iken; Bilinç, "ne hissettiğini bilmek" gibi öznel bir farkındalık durumudur.

---

[2] Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books.
[3] Sternberg, R. J. (1985). Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence. Cambridge University Press.
[4] Chalmers, D. J. (1996). The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory. Oxford University Press.
[5] Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. Behavioral and Brain Sciences, 30(2), 135–154.
[6] Chalmers, D. J. (1996). The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory. Oxford University Press.

İnsan zekâsı, karmaşık bilişsel işlevleri içeren, öğrenmeye, soyut düşünmeye, problem çözmeye, iletişime ve kendilik farkındalığına olanak tanıyan çok boyutlu bir yapıdır. YZ'nin gelişiminde referans alınan en önemli doğal model, insan zekâsının bu özellikleridir. Bilişsel bilimler, bu bağlamda hem teorik hem deneysel yaklaşımlarla insan zihninin yapı ve işlevlerini çözümlemeye çalışır.

Algı: Dış dünyadan gelen uyarıların beyin tarafından organize edilmesi, tanınması ve yorumlanması sürecidir. İnsan beyninin görsel, işitsel, dokunsal ve diğer duyusal verileri bütünleştirme yeteneği, bilgisayarla görme ve ses tanıma gibi YZ alanlarının gelişimine model olmuştur.[7]

Bellek: Bilgilerin kodlanması, depolanması ve gerektiğinde geri çağrılması süreçlerini kapsayan bilişsel bir sistemdir. İnsan belleği, işlevsel olarak kısa süreli bellek, uzun süreli bellek ve çalışma belleği olmak üzere çeşitli alt sistemlerden oluşur. Kısa süreli bellek, bilgilerin birkaç saniye ile birkaç dakika arasında tutulduğu geçici bir depolama alanıdır. Uzun süreli bellek, bilgilerin kalıcı olarak depolandığı yapıdır. Çalışma belleği ise bilgilerin geçici olarak tutulduğu ve zihinsel görevlerde aktif olarak işlendiği sistemdir.[8]

Öğrenme: Bireyin deneyim, gözlem, etkileşim veya uygulama yoluyla bilgi, beceri, tutum veya davranışlarında kalıcı bir değişiklik meydana getirmesi sürecidir. Öğrenme yalnızca geçici tepkileri değil, organizmanın bilişsel yapısında iz bırakan ve gelecekteki davranışlara yön veren değişimleri ifade eder.[9] Bu değişiklik hem içsel zihinsel süreçler hem de dışsal gözlemlenebilir davranış düzeyinde ortaya çıkabilir.

Dikkat: Sınırlı bilişsel kaynakların belirli uyaranlara veya bilişsel görevlere seçici biçimde yönlendirilmesi sürecidir. Bu süreç, çevredeki çok sayıda bilgi arasından önemli olanın seçilmesi ve işlenmesine olanak tanır. Dikkat; algı, bellek ve öğrenme gibi bilişsel işlevlerle doğrudan ilişkilidir ve insanın çevresel uyaranlara adaptif şekilde yanıt verebilmesini sağlar.[10] Bilişsel psikolojide dikkat; sürekli dikkat, bölünmüş dikkat, seçici dikkat gibi alt başlıklarda incelenmiştir. YZ ve derin öğrenme alanında ise bu kavram, özellikle Transformer) mimarilerinde kullanılan "dikkat mekanizması" (attention mechanism*)* ile modellenmiştir. Bu mekanizma, modelin girdi verisi içindeki belirli parçalara daha fazla

[7] Goldstein, E. B. (2015). Cognitive psychology: Connecting mind, research and everyday experience (4th ed.). Cengage Learning.
[8] Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. Journal of Communication Disorders, 36(3), 189–208
[9] Schunk, D. H. (2012). Learning theories: An educational perspective (6th ed.). Pearson
[10] Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. Annual Review of Neuroscience, 13, 25–42.

odaklanmasını sağlayarak, bilgi işleme sürecinin verimliliğini artırır.[11]

Problem Çözme ve Akıl Yürütme: Bireyin belirli bir hedefe ulaşmak için mevcut bilgi ve zihinsel süreçleri kullanarak stratejik kararlar almasını ve yeni çözümler üretmesini içeren bilişsel işlevlerdir. Problem çözme süreci, belirsiz ya da karmaşık durumlarla başa çıkmak için planlama, hipotez oluşturma, deneme-yanılma ve çıkarım yürütme gibi adımları kapsar. Akıl yürütme ise eldeki verilerden mantıklı sonuçlar çıkarmayı ve bunlara dayalı olarak karar vermeyi içerir. Bu iki beceri, insan zekâsının temel yapı taşları olarak değerlendirilmekte ve YZ sistemlerinin geliştirilmesinde temel modelleme unsurlarından biri olarak ele alınmaktadır. YZ alanında, problem çözme davranışları arama algoritmaları (örneğin genişlik öncelikli arama, derinlik öncelikli arama), sezgisel yöntemler (örneğin A* algoritması) ve mantıksal çıkarım sistemleri (Bilgi tabanlı çıkarım motorları) ile modellenmiştir.[12]

Dil ve Anlamlandırma: İnsan zekâsının yüksek düzeyde sembolik düşünceye dayalı, soyutlama ve iletişim kurma becerilerini içeren bilişsel süreçlerdir. Dil, yalnızca kelimelerin sıralanması değil, aynı zamanda bu kelimelere anlam yükleme, bağlamsal çözümleme yapma ve zihinsel temsiller üretme kapasitesini de içerir. İnsan beyninde dil ile ilgili işlevler büyük ölçüde Broca ve Wernicke alanları tarafından yürütülmektedir. Broca alanı dil üretiminde, Wernicke alanı ise dilin anlamlandırılmasında görev alır. Bu bölgelerin etkileşimi, karmaşık dilsel yapıların anlaşılması ve oluşturulması için nörobiyolojik temel sağlar.[13]

YZ alanında, özellikle Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing- NLP) teknikleri, bu bilişsel süreçlerin algoritmik karşılıklarını modellemeye çalışmaktadır. Morfolojik çözümleme, sözdizimsel ayrıştırma, anlamsal analiz ve bağlam-temelli öğrenme gibi yöntemler, insan beyninin dili işleme biçiminden esinlenerek geliştirilmektedir. Günümüzde dil modelleme alanında kullanılan büyük dil modelleri GPT, DeepSeek, BERT gibi modellerdir. Bu süreçleri taklit ederek makinelerin dilsel anlama ve üretim kapasitelerini artırmayı hedeflemektedir.

Metabiliş ve Farkındalık: Metabiliş (metacognition), bireyin kendi bilişsel süreçlerini izleme, değerlendirme ve düzenleme kapasitesini ifade eder. Bu süreç, kişinin nasıl düşündüğünü fark etmesi, öğrenme stratejilerini belirlemesi ve problem çözme esnasında

[11] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In Advances in neural information processing systems (Vol. 30).
[12] Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving. Prentice-Hall.
[13] Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. Physiological Reviews, 91(4), 1357–1392.

zihinsel durumunu kontrol etmesi gibi yetileri kapsar.[14] Farkındalık ve bilinç, bireyin yalnızca dış dünyaya değil, aynı zamanda kendi içsel durumlarına yönelik bilgi sahibi olmasını sağlayan üst düzey bilişsel işlevlerdir. Özellikle öz farkındalık (self-awareness), kişinin kendi varlığını, düşüncelerini ve duygularını tanıyabilmesiyle ilgilidir.

1.2 YAPAY ZEKÂYA GİRİŞ: TANIMLAR, TEMELLER

YZ, insan zekâsının bilişsel işlevlerini modellemeyi ve belirli görevlerde bu işlevleri taklit ederek kararlar almayı amaçlayan bir alandır. Ancak YZ'nin insan zekâsına ne ölçüde benzediği, hangi yönleriyle farklılaştığı ve bu iki sistemin nasıl bir etkileşim içinde olabileceği, günümüzde yalnızca teknik değil aynı zamanda nörobilimsel, bilişsel, felsefi ve etik açılardan da önemli tartışmalara zemin hazırlamaktadır.

YZ sistemleri, çeşitli görevleri yerine getirirken etkin öğrenme ve karar verme mekanizmalarına sahip olsa da hâlâ kendi bilişsel süreçlerini anlama, öz değerlendirme yapma veya bilinçli farkındalık sergileme konularında önemli eksiklikler taşımaktadır. Hata yapıldığında "bilmiyorum" diyebilme ya da cevaplarını içsel olarak değerlendirme yeteneği YZ sistemlerinde sınırlıdır; bu da halüsinasyon (yanlış bilgi üretimi) gibi sorunlara yol açmaktadır.[15] İnsanlar, "neden bu sonuca vardım?" sorusunu yanıtlayabilirken, birçok YZ modeli karar süreçlerini açıklamakta zorlanır. Explainable AI (XAI) çabaları bu sorunu hafifletmeyi hedeflese de sistematik bir metabilişsel içgörü sağlamaz. Modellerin yeni görevlere hızla uyum sağlaması için tasarlanan algoritmalar[16] (örneğin MAML- Model-Agnostic- Meta-Learning), modellerin çıktılarına güven skorları ekleyerek "bilmediğini itiraf etme" yetisi kazandırılması ve sembolik mantık ile derin öğrenmenin birleştirilerek açıklanabilir ve düzenlenebilir sistemler oluşturulması gibi yöntemler ile bu sorunların çözülmesi hedeflenmektedir.

Ayrıca güncel çalışmalar, bu sistemlerin belirsizlik karşısında güven skorlarını yanlış kalibre ettiğini ve çoğu zaman yanlış olasılıkla yanıt verdiğini göstermektedir.[17] 2025 yılında yayımlanan bazı çalışmalar, büyük dil modellerinin iç sinirsel aktivitelerini izleyerek sınırlı da

[14] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906–911.
[15] Zhang, Y., Khan, A., & Rossi, P. (2025). On the Hallucination Problem in Large Language Models. Proceedings of NeurIPS 2025, 3421–3430.
[16] Finn, C., vd. (2017). "Model-agnostic meta-learning for fast adaptation of deep networks." ICML
[17] Lee, J., Martins, C., & Silva, M. (2025). Confidence Calibration in Transformer Models: A Survey. Nature Machine Intelligence, 7, 58–66

olsa metakognitif kontrol uygulayabildiğini göstermektedir.[18]

Yapay Zekânın Ortaya Çıkışı: Alan Turing'in 1950 yılında yayımladığı "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesinde sorduğu "Makineler düşünebilir mi?" sorusu YZ alanında yapılan çalışmaları tetiklemiştir.[19]

Turing Testi, 1950 yılında İngiliz matematikçi ve bilgisayar bilimci Alan M. Turing tarafından makinelerin düşünebilme kapasitesini değerlendirmek amacıyla önerilmiş teorik bir deneysel çerçevedir. "Makine düşünebilir mi?" sorusunu doğrudan yanıtlamaktansa, bu sorunun yerini "bir makine, insana benzeyen bir yanıt davranışı göstererek bir insanı kandırabilir mi?" şeklindeki daha işlevsel bir testle değiştirmiştir. Bu doğrultuda, değerlendirme "Taklit Oyunu" adlı bir senaryo üzerinden ilerler. Oyunda üç bileşen yer alır: bir insan (kadın), bir diğer insan (erkek), bir sorgulayıcı (cinsiyetleri bilmeyen üçüncü kişi). Sorgulayıcı yazılı iletişim üzerinden (örneğin daktilo veya teleprinter aracılığıyla) bu iki kişiyle iletişime geçer ve amaç, hangisinin kadın hangisinin erkek olduğunu belirlemektir. Bu noktada Turing, erkek rolünü bir makinenin (örneğin bir bilgisayar programının) üstlenmesi durumunda sorgulayıcının karar verme yetisinin ne ölçüde etkileneceğini sorar. Eğer makine, insanı taklit etme konusunda başarılı olur ve sorgulayıcıyı sistematik olarak yanıltabilirse, o zaman makinenin "düşünebildiği" kabul edilebilir. Turing Testi, insan zekâsının dil üretme ve anlamlı iletişim kurma kapasitelerini merkeze alır. Testte, bir makinenin zekâsı, fiziksel ya da algısal özelliklerine değil, yalnızca dilsel yanıtlarının insan benzerliğine göre değerlendirilir.[20]

Turing Testi, zaman içinde çok sayıda eleştiriye ve alternatif öneriye de konu olmuştur. Özellikle John Searle'ün (1980) ileri sürdüğü Çin Odası Deneyi, Turing Testi'nin yalnızca yüzeysel taklit yetisini ölçtüğünü ancak anlam ya da bilinç gibi derin zihinsel süreçleri değerlendiremediğini savunur.[21] Turing'in vizyonu, 21. yüzyılın başında ortaya çıkan büyük dil modelleri (LLM'ler) ve üretici YZ sistemleri ile kısmen gerçeklik kazanmıştır. GPT ve benzeri sistemler, bazı kullanıcıları insan olduklarına inandırabilecek kadar doğal dil üretme yetisine sahiptir. Ancak bu sistemlerin gerçekten "anlayıp anlamadığı" hâlâ tartışma konusudur. Dolayısıyla, Turing Testi, bir yapay sistemin bilişsel yetkinliğini değil, insan benzeri davranış üretebilme kapasitesini ölçen bir araç olarak değerlendirilmektedir.

---

[18] Smith, A., Rodriguez, L., & Chen, H. (2025). Language Models Are Capable of Metacognitive Monitoring and Control of Their Internal Activations. arXiv preprint arXiv:2505.13763.
[19] Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, 59(236), 433–460
[20] Saygin, A. P., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing Test: 50 Years Later. Minds and Machines, 10, 463–518.
[21] Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences, 3(3), 417–457.

Çin Odası Deneyi, 1980 yılında filozof John R. Searle tarafından ortaya atılmış bir düşünce deneyidir.[22] Bu deney, özellikle Turing Testine ve YZ' nin gerçekten "anlayışa" sahip olup olamayacağına dair yapılan tartışmalarda merkezi bir yere sahiptir. Searle, bu deney aracılığıyla simgesel işleme (symbol manipulation) dayalı YZ sistemlerinin anlamı kavramadığı, yalnızca anlamı taklit ettiğini savunur. John Searle'ün Çin Odası düşünce deneyinde İngilizce konuşan bir kişi, Çince bilmediği halde bir odaya kapatılmıştır. Odaya dışarıdan Çince karakterler verilmekte, içerideki kişiye ise karakterleri hangi kurallara göre başka sembollerle eşleştirmesi gerektiğini anlatan bir kural kitabı (yani bir algoritma) verilmektedir. Kişi, yalnızca sembolleri mekanik olarak işleyerek, dışarıdan bakan biri için anlamlı Çince yanıtlar üretmektedir. Ancak burada önemli olan şudur: odadaki kişi, sadece kuralları izleyerek karakterleri yazmakta, fakat onların anlamını hiçbir zaman bilmemektedir. Yani dilin yapısı (sentaksı) vardır ama anlamı (semantiği) yoktur. Searle bu analojiyle şunu savunur: Bilgisayarlar da tıpkı bu odadaki kişi gibi yalnızca sembolleri işler (sentaks), ancak anlamı kavrayamazlar (semantik). Dolayısıyla bir bilgisayar programı, Turing Testi'ni geçse bile, bu onun gerçekten "anladığı" anlamına gelmez. Searle'ün vardığı sonuç şu şekildedir: Anlam üretme ve bilinçli farkındalık için yalnızca yazılım değil, biyolojik temelli işlem gereklidir. Bu nedenle Searle, "strong AI" (bilgisayarlar gerçekten zeki olabilir) görüşünü reddeder, ancak "weak AI" (bilgisayarlar insan davranışını simüle edebilir) görüşünü kabul eder.

Teknik olarak YZ; zeki canlılara özgü işlevlerin bilgisayar sistemleriyle taklit edilmesini (gerçekleştirilmesini) amaçlayan algoritmik ve mühendislik odaklı bir disiplindir. Russell ve Norvig (2010), YZ'yi "bir ajanın çevresini algılayarak en uygun eylemleri gerçekleştirme yetisi" olarak tanımlar.[23] Günümüzde YZ; makine öğrenmesi (ML), derin öğrenme (DL), doğal dil işleme (NLP) ve bilgisayarla görme (CV) gibi alt alanlara ayrılmaktadır.

AB Komisyonu'nun 2024 yılında yürürlüğe koyduğu Yapay Zekâ Tüzüğü (YZT), YZ sistemini değişken özerklik düzeylerinde çalışacak şekilde tasarlanmış ve kullanıma alındıktan sonra da gelişip adapte olabilen ve açık veya örtülü hedefler doğrultusunda aldığı girdilerden, fiziksel veya sanal ortamları etkileyebilecek tahmin, içerik, öneri veya karar gibi çıktıları nasıl oluşturabileceği yönünde çıkarımlarda bulunan makine tabanlı bir sistem olarak tanımlar ve sistemi dört risk düzeyinde kategorize eder: kabul edilemez, yüksek, sınırlı ve

[22] Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences, 3(3), 417–457.
[23] Russell, S., & Norvig, P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.). Prentice Hall.

asgari riskli (European Commission, 2024).[24] Bu çerçeve özellikle sağlık, güvenlik, ulaşım ve adalet gibi kritik sektörlerde YZ kullanımını sıkı düzenlemelere tabi tutmaktadır.

Zekâ ve YZ arasındaki temel farklılıklar Tablo 1'de verilmiştir. Burada YZ için belirlenen temel kriterlerin durumu mevcut günümüz koşullarına göre değerlendirilmiştir. Her geçen gün bu kriterlerin durumu YZ lehine değişmektedir. YZ teknolojilerinin gelişimi yalnızca teknik değil, aynı zamanda etik düzeyde de birçok tartışmayı beraberinde getirmiştir. Özellikle sistemlerin düşünme, öğrenme ve karar verme yetenekleri geliştikçe, bu varlıkların "ahlaki özne" olup olamayacağı; yani özgür irade ve etik sorumluluk taşıyıp taşımadığı tartışmaları önem kazanmıştır.

Tablo 1. Zekâ ve Yapay Zekâ Arasındaki Temel Farklılıklar

Kriter	İnsan Zekâsı	Yapay Zekâ
Kaynak	Biyolojik	Dijital/Algoritmik/Veri
Esneklik	Yaratıcı, Sezgisel, Bağlamsal	Veri Odaklı, Sınırlı Görev- Çok Özel
Bilinç	Mevcut	Gelişim Aşamasında. (Ancak Farklı Görüşler Vardır.)
Etik Duyarlılık	İçsel	Dışsal Olarak Programlannma
Öğrenme	Yaşamsal Deneyim, Duygular, Sosyal Bağlam	Veri ve Örüntüler Üzerinden
Sınırlar	İnsanın Biyolojik Kapasitesi	Hesaplama Gücü, Veri Kalitesi

1.2.1 Yapay Zekânın Tarihçesi

YZ'nin tarihsel gelişim süreci incelendiğinde, köklerinin antik çağlara kadar uzandığı görülmektedir. YZ, yalnızca modern bir mühendislik ve bilgi işlem alanı değil; aynı zamanda insan zihninin doğasına, akla, zekâya ve bilinçli davranışa dair binlerce yıllık düşünsel birikimin sonucudur. Bu bağlamda, YZ'nin tarihçesi hem Antik Yunan felsefesinde hem de Orta Çağ İslam dünyasındaki bilimsel ve felsefi tartışmalarda kök bulur.

Aristoteles (M.Ö. 384–322), zekâyı insanı diğer canlılardan ayıran temel yeti olarak tanımlamış ve "nous" (akıl/zihin) kavramını geliştirmiştir. Onun mantık kuramları, günümüz YZ sistemlerinde kullanılan biçimsel mantık ve çıkarım sistemlerine temel teşkil etmiştir. Platon, zihinsel formların ideal hallerini tanımlarken öğrenmeyi hatırlamanın bir biçimi olarak ele almış, bu yaklaşım da çağdaş yapay öğrenme sistemlerine ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca Yunanlı mühendis Heron of Alexandria (M.S. 10–70), otomat makineleri ve mekanik sistemler tasarlayarak "mekanik zekânın" erken örneklerini geliştirmiştir.

Orta Çağ İslam dünyasında, özellikle Abbâsîler döneminde (8.–13. yüzyıl) zekâ, akıl yürütme ve hesaplama kavramları büyük gelişme göstermiştir. Hârizmî (780–850), cebirin

[24] European Commission. (2024). Artificial Intelligence Act: Harmonised rules on AI. Brussels.

kurucusu olarak kabul edilmekle birlikte, algoritma kavramının isim babasıdır. Latinceye çevrilen eserleri sayesinde "algoritma" terimi Batı dünyasında yaygınlaşmış ve modern hesaplama kuramının temel taşlarından biri hâline gelmiştir. "El-Kitâbü'l-Muhtasar fî Hisâbi'l-Cebr ve'l-Mukâbele" adlı eseri, cebirin sistematik temellerini atan ilk yapıttır.[25]

İbn Sina (980–1037), ruh-beden ilişkisi, akıl türleri ve bilinç konularında geliştirdiği teorilerle, bilişsel modellerin felsefi temellerini atmıştır.

Diyarbakır Artuklu Sarayında görev yapan El Cezerî (1136-1206); otomasyon sistemleri, su saatleri, abdest alma makineleri ve robotik tertibatlar geliştirmiştir. "Kitâb fî Ma'rifet el-Hiyel el-Hendesiyye" adlı eserinde elliden fazla mekanik cihazın çizim ve açıklamasını sunmuştur. Sibernetik biliminin öncüsü kabul edilmesinin nedeni, geri beslemeli sistemler (feedback) ile çalışan makineleri geliştirmiş olmasıdır.

Fizikçi ve matematikçi Charles Babbage (1791–1871); "Analitik Makine" adını verdiği mekanik bilgisayar modeliyle hesaplama tarihinde devrim yaratmıştır. Her ne kadar cihaz tamamlanmamış olsa da veri girişi, hafıza, kontrol birimi ve çıktı özellikleriyle günümüz bilgisayarlarının öncüsüdür.

Norbert Wiener (1894–1964), sibernetik kavramını ortaya atarak geri bildirimli sistemlerin zekâ ile ilişkisini kurmuştur.

YZ'nin teorik temelleri Alan Turing (1912–1954)'in çalışmalarıyla atılmıştır. "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu ortaya atan Turing, Turing Testi ile makinelerin zekâ düzeylerinin ölçülmesini önermiştir. 1950 tarihli "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesi, YZ felsefesinin mihenk taşlarından biridir.

Türk matematikçi Cahit Arf,[26] cebirsel yapıların bilgisayar bilimindeki rolünü önceden öngörmüştür. "Matematik sadece sayılarla değil, yapılarla da ilgilenir; yapıların dili ise cebirdir." diyerek, YZ'de kullanılan cebirsel temellerin önemine işaret etmiştir. Bugün, cebirsel topoloji ve soyut cebir yapıları, derin öğrenme ve YZ modellemelerinde kullanılır hâle gelmiştir.[27]

YZ terimi ilk olarak 1956 yılında, Dartmouth Konferansı'nda John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell ve Claude Shannon gibi araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Bu dönemde zekâyı matematiksel olarak modelleme fikri öne çıkmış ve bilgisayar sistemlerinin öğrenme ve problem çözme yetileri üzerine odaklanılmıştır. 1950 yılında Alan Turing'in

[25] Aydin, C. (2022). Yapay Zekâ Tarihi ve Felsefesi. İstanbul: Alfa Yayınları.
[26] Arf, Cahit, "Makine Düşünebilir Mi ve Nasıl Düşünebilir?", Atatürk Üniversitesi – Üniversite Çalışmalarını Muhite Yayma ve Halk Eğitimi Yayınları Konferanslar Serisi No: 1, 1959, Erzurum, s. 91-103.
[27] Arf, C. (1993). Matematiğe Dair Konuşmalar. TÜBİTAK Yayınları.

YZ'ye yaklaşımı ile 1956 yılında John McCarthy'nin Dartmouth Konferansı'nda ortaya koyduğu YZ tanımı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Turing'in 1950 tarihli makalesi, Dartmouth Konferansı'na zemin hazırlayan ilk bilimsel-felsefi yaklaşımlardan biridir. İnsan zekâsının hesaplanabilir yapılarla modellenebileceğini varsayar. Turing'in insan benzeri davranışları değerlendirme fikri, McCarthy'nin zekânın yapılandırılabilirliği görüşünü beslemiştir. Alan Turing'in yaklaşımı YZ' yi test edilebilir bir davranış örüntüsü olarak değerlendirirken, John McCarthy bu davranışı oluşturan yapının matematiksel ve bilişsel temellerine odaklanmıştır. Dartmouth konferansı, YZ'yi bağımsız bir akademik alan olarak başlatmıştır. John McCarthy, 1957'de LISP (List Processing) adlı programlama dilini geliştirmiştir. LISP, YZ algoritmalarının geliştirilmesinde uzun süre en yaygın dil olmuştur. Bu dönemde sembolik işlemler, karar ağaçları ve ilk uzman sistemler ortaya çıkmıştır.

Birinci YZ Kışı (1970–1980), Frank Rosenblatt'ın 1958'de geliştirdiği perceptron, yapay sinir ağlarının öncüsü olmuştur. Ancak Minsky ve Papert'in 1969 tarihli eleştirileri bu alanın ilerlemesini geçici olarak durdurmuştur.[28] Gerçekçi olmayan beklentiler ve teknik yetersizlikler nedeniyle birçok proje başarısız olmuş, finansman kesilmiş ve "YZ Kışı" olarak bilinen dönem yaşanmıştır.

İkinci YZ Kışı, yaklaşık olarak 1987 ile 1993 yılları arasında yaşanmıştır. Bu dönem, YZ alanındaki aşırı beklentilerin karşılanamaması sonucu yaşanan finansal, teknolojik ve bilimsel bir durgunluk sürecidir. 1980'lerin başında büyük umutlarla geliştirilen uzman sistemler belirli alanlarda başarılı olsa da pratikte yüksek bakım maliyetleri, esneklik eksikliği ve bilgi güncelleme zorlukları nedeniyle yaygın olarak kullanılamadı. Bu durum, YZ sistemlerinin ticari uygulamalarda sürdürülebilir olmadığını ortaya koymuştur. Aynı dönemde YZ araştırmaları için geliştirilen özel donanımlar, özellikle LISP makineleri, yüksek maliyetli olmuş ve kişisel bilgisayarların ucuzlayarak yaygınlaşmasıyla hızla işlevsiz hale gelmiştir. 1987 yılında LISP makinelerinin pazar çöküşü, YZ endüstrisine büyük bir darbe vurmuştur. Fon sağlayıcılar (hükümetler, özel sektör ve araştırma kurumları), insan benzeri genel zekâ beklentilerinin karşılanmadığını görerek projelere sağladıkları finansmanı çekmişlerdir. Bu süreçte pek çok YZ laboratuvarı kapatılmıştır. Akademik ilgi önemli ölçüde azalmıştır. İkinci YZ kışı, 1990'ların ortasında istatistiksel öğrenme tekniklerinin gelişmesi, özellikle destek vektör makineleri (SVM), karar ağaçları ve Bayesçi yöntemlerin uygulanmasıyla sona ermeye başlamıştır. Artan veri miktarı, internetin yaygınlaşması ve bilgi işlem kapasitesindeki artış, YZ'nin tekrar yükselişe geçmesini sağlamıştır.

[28] Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.

1980'lerin sonuna doğru, sinir ağlarına ilgi yeniden canlanmıştır. Hopfield ağı, geri yayılım algoritması (backpropagation) ve Yann LeCun'un el yazısı tanıma sistemleri bu dönemin önemli gelişmeleridir.[29]

1990'larda, Judea Pearl'ün "olasılıksal akıl yürütme" yaklaşımları YZ'ye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır. Aynı zamanda Rodney Brooks'un bedenlenmiş zekâ (embodied intelligence) savunusu, fiziksel robotların önemini vurgulamıştır.[30] 1997 yılında IBM Deep Blue, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmiştir.

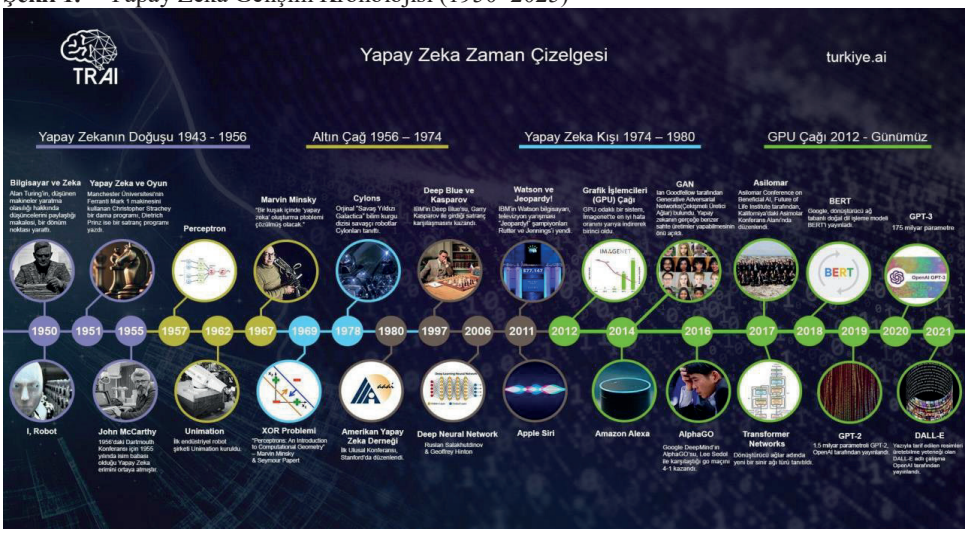
2000'li yıllarda, veri madenciliği, konuşma tanıma, tıbbi teşhis gibi alanlarda YZ algoritmaları yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde "zeki ajan" kavramı, YZ sistemlerinin çevresiyle etkileşimini modellemede temel bir paradigma haline gelmiştir.

2012 yılında AlexNet'in ImageNet yarışmasındaki başarısı derin öğrenmenin gücünü göstermiştir. Bu gelişme; görüntü işleme, doğal dil işleme ve oyun oynama gibi pek çok alanda YZ'nin performansını radikal biçimde artırmıştır. 2020'li yıllarda, büyük dil modelleri (LLM), özellikle OpenAI'nin GPT-3 ve GPT-4 modelleri, doğal dil anlayışı ve üretimi konularında devrim yaratmıştır. 2022 yılında tanıtılan ChatGPT, YZ'nin kitlesel benimsenmesinde dönüm noktası olmuştur.

2024 yılı Nobel Fizik Ödülü, Geoffrey Hinton ve John Hopfield'a verilerek sinir ağları çalışmalarının önemi tescillenmiştir. Aynı yıl içinde OpenAI, ABD hükümetine özel "ChatGPT-Gov" sürümünü sunmuştur. YZ'nin tarihsel gelişim süreci Şekil 1'de verilmiştir[31].

[29] Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2012). Principles of Neural Science
[30] https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence (Erişim Tarihi:31.07.2025).
[31] https://turkiye.ai/

Şekil 1. Yapay Zekâ Gelişim Kronolojisi (1950–2025)



1.2.2 Yapay Zekâ Kavram Sınıfları

YZ, modern bilişim ve teknoloji çalışmalarının merkezinde yer almakta ve farklı düzeylerde zekâ formlarıyla tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, Dar Yapay Zekâ (Narrow AI) yalnızca belirli görevlerde uzmanlaşmış sistemlerini; Genel Yapay Zekâ (Artificial General Intelligence -AGI) insan benzeri bilişsel esnekliğe sahip, çok yönlü zekâ modellerini;[32] Süper Zekâ, insan zekâsını tüm bilişsel alanlarda aşan bir YZ türünü ifade eder.

Dar Yapay Zekâ: yalnızca belirli ve sınırlı görevleri yerine getirmek üzere geliştirilen YZ sistemlerini ifade eder. Bu sistemler, genellikle önceden tanımlanmış veri kümeleriyle eğitilir ve yalnızca eğitim aldıkları görev alanında işlev gösterebilir. Dar YZ uygulamaları; sınıflandırma, tanıma, öneri ve kontrol gibi görevlerde yaygın biçimde kullanılır. Günümüzde bu alandaki yaygın örnekler arasında görüntü tanıma sistemleri, sesli asistanlar (örneğin Siri ve Alexa), tavsiye sistemleri (Netflix, Amazon gibi platformlarda) yer almaktadır. Bu sistemler, yalnızca belirli bir problem alanına odaklandıkları için AGI'den farklı olarak, bağlamlar arası geçiş veya soyut akıl yürütme yeteneğine sahip değildirler. Ancak modern YZ teknolojik uygulamaların büyük çoğunluğu hâlen dar YZ çerçevesinde geliştirilmektedir.[33]

Genel Yapay Zekâ: İnsan zekâsına benzer biçimde çok çeşitli görevleri yerine getirebilen, yeni durumlara adapte olabilen ve bağlamsal olarak anlam çıkarabilen sistemleri

[32] Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
[33] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.

ifade eder. Bu sistemler, yalnızca belirli problem kümeleriyle sınırlı kalmaksızın, daha önce karşılaşılmamış görevleri tanımlama, çözüm stratejileri geliştirme ve çevresel değişkenlere uyum sağlama kapasitesine sahiptir. Genel YZ, kavramsal soyutlama, esnek akıl yürütme, üst düzey öğrenme ve transfer öğrenme gibi insana özgü bilişsel süreçleri taklit edebilecek düzeyde bir yapay sistem tasarımı hedefler. AGI sistemleri, dar YZ'nin sınırlı görev tanımını aşarak, farklı alanlarda karmaşık problem çözme yetenekleri ile ön plana çıkar.[34] Geliştirilecek AGI sistemlerinin, insan benzeri bilişsel kapasiteyi ne ölçüde taklit edebileceği ya da bilinç, niyet ve öz farkındalık gibi zihinsel durumlara erişip erişemeyeceği soruları, YZ araştırmalarının temel felsefi ve etik tartışma alanlarını oluşturmaktadır.

Süper Yapay Zekâ: İnsan zekâsının ötesinde problem çözme, öğrenme, yaratıcı düşünme, sosyal etkileşim, muhakeme, strateji geliştirme ve planlama gibi bilişsel alanlarda üstün yetkinlik sergileyebilen varsayımsal bir yapay sistem ya da varlıktır. Bu kavram, yalnızca belirli görevlerde değil, genel anlamda her türlü entelektüel faaliyette insan performansını aşan bir yapay ajanın varlığını ifade eder. Süper YZ, mevcut dar ve genel YZ düzeylerinden farklı olarak, kendi kendini geliştirebilen, bilgi üretiminde ve karar alma süreçlerinde öngörülemez derecede karmaşık yapılar oluşturabilen bir varlık olarak düşünülmektedir. Süper zekânın ortaya çıkışıyla birlikte etik, güvenlik, kontrol edilebilirlik ve insanlık üzerindeki potansiyel etkiler gibi konularda ciddi şekilde gündeme gelmiştir. Bu bağlamda, süper zekânın gelişimi üzerine yapılan çalışmalar, YZ'nin geleceği açısından hem umut verici hem de risk içeren senaryoları beraberinde getirmektedir.[35] Tablo 2'de dar yapay zekâ (Narrow AI), genel YZ (AGI) ve süper YZ(super intelligence) kavramları temel özellikleri açısından karşılaştırılmıştır.

[34] Goertzel, B., & Pennachin, C. (2007). Artificial General Intelligence. Springer
[35] Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press.

Tablo 2. YZ Kavram Sınıfları ve Özellikleri

Özellikler	Dar Yapay Zekâ (*Narrow AI*)	Genel Yapay Zekâ (AGI)	Süper Zekâ (*Superintelligence*)
Tanım	Belirli görevlerde uzmanlaşmış YZ	İnsan benzeri çok yönlü bilişsel yeteneklere sahip YZ	İnsan zekâsını tüm bilişsel alanlarda aşan YZ
Kapsam	Sınırlı görev alanı	Çoklu görev ve alanlarda uyumlu	Tüm alanlarda üstün performans
Öğrenme Yeteneği	Göreve özgü, sınırlı	Bağlamsal ve genelleyici öğrenme	Kendini iyileştirme ve öz öğrenme
Zekâ Düzeyi	İnsan seviyesinin altında	İnsan seviyesinde	İnsan seviyesinin çok üstünde
Mevcut Uygulama	Evet (örneğin Siri, Netflix önerileri)	Hayır, teorik düzeyde	Hayır, varsayımsal
Risk Düzeyi	Düşük	Orta	Yüksek (varoluşsal risk)

1.2.3 Bilimsel ve Mühendislik Temelleri

YZ'nin gelişimi, birkaç temel bilimsel disiplinin katkısıyla mümkün olmuştur. Aşağıda, bu alanların YZ üzerindeki etkileri genel anlamda kısaca açıklanmaktadır.

Matematik: YZ'nin kuramsal çerçevesi, özellikle olasılık teorisi, lineer cebir, graf kuramı ve optimizasyon teknikleri ile şekillenmiştir. Bayes teoremi, karar ağaçları, Markov modelleri gibi matematiksel yapılar birçok algoritmanın temelini oluşturur.

İstatistik: Veriye dayalı modelleme ve belirsizlik altında tahmin üretme, istatistiksel yöntemlerin YZ ile bütünleşmesini sağlamıştır. Regresyon, sınıflandırma, hipotez testleri ve model doğrulama teknikleri YZ sistemlerinin güvenilirliğini artırır.

Nörobilim ve Bilişsel Bilimler: Yapay sinir ağları, insan beynindeki nöronların matematiksel modellerinden ilham alarak tasarlanmıştır. Öğrenme süreçleri, bellek sistemleri ve dikkat mekanizmaları gibi konular, YZ algoritmalarının mimarisine esin kaynağı olmuştur.

Dilbilim: Doğal dil işleme teknikleri, sözdizim, anlambilim ve pragmatik gibi dilbilimsel alt alanların bilgisayar ortamında modellenmesi ile geliştirilmiştir. Dilbilimsel kuramlar, özellikle dil modellerinin daha anlamlı içerik üretmesini sağlar.

Felsefe ve Mantık: YZ'nin bilgi temsili, akıl yürütme ve karar verme gibi yönleri, özellikle sembolik YZ alanında klasik mantık, sezgisel mantık ve modallik kavramları ile yapılandırılmıştır. Aynı zamanda "anlam", "bilinç" ve "irade" gibi metafizik sorunlara dair tartışmalar YZ felsefesini doğurmuştur.

Bilgisayar ve Yazılım Mühendisliği: Bilgisayar mühendisliği, YZ'nin pratikte uygulanabilmesini sağlayan sistemsel altyapının kurulmasında kritik rol oynar. Yazılım mühendisliği ilkeleri, modülerlik, test edilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi kavramlarla YZ

sistemlerinin uzun vadeli ve ölçeklenebilir biçimde geliştirilmesini mümkün kılar. Donanım/yazılım entegrasyonu, işlemci ve bellek mimarisi, paralel hesaplama gibi konular bu disiplinin temel katkıları arasındadır.

Ayrıca algoritma optimizasyonu, çok çekirdekli işlemcilerde veri işleme, dağıtık sistemler, bulut tabanlı altyapılar ve veri güvenliği gibi mühendislik problemleri, YZ'nin günlük yaşama entegre edilebilmesini sağlamaktadır. Yüksek performanslı bilgi işlem altyapıları (HPC), büyük ölçekli yapay sinir ağlarının eğitimi için temel gereklilik haline gelmiştir. YZ yazılımlarının geliştirilmesi, veri yapıları, algoritma analizi, programlama dilleri ve yazılım mühendisliği gibi bilgisayar biliminin temel konularına dayanır. Ayrıca, Grafik İşlem Birimi (GPU) kullanımıyla paralel hesaplama ve büyük veri işleme gibi alanlar, YZ'nin pratiğe geçirilmesini mümkün kılar.

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği: Elektrik ve elektronik mühendisliği, özellikle donanım tabanlı YZ uygulamalarının geliştirilmesinde önemli rol oynar. Gömülü sistemler, FPGA (Field Programmable Gate Array), mikrodenetleyici tabanlı donanımlar ve sensör teknolojileri, akıllı sistemlerin temel yapı taşlarını oluşturur. Analog-dijital sinyal işleme, güç elektroniği ve haberleşme sistemleri gibi alt alanlar, YZ destekli cihazların gerçek zamanlı ve enerji verimli çalışmasını sağlar.

Makine ve Mekatronik Mühendisliği: Makine mühendisliği, özellikle robotik ve otonom sistemlerde YZ'nin fiziksel dünya ile etkileşim içinde olmasını sağlar. Mekatronik mühendisliği ise mekanik sistemler ile elektronik, yazılım ve kontrol mühendisliğinin birleşiminden oluşarak, YZ destekli robotların (örneğin insansız hava araçları, insansız kara araçları, üretim robotları) geliştirilmesine olanak tanır. Kontrol teorisi, dinamik sistemler analizi ve aktüatör-sensör bütünleşimi bu disiplinin önemli bileşenleridir.

Biyomedikal Mühendisliği: Biyomedikal mühendisliği, YZ'nin sağlık alanında uygulanabilirliğini artırmak amacıyla görüntü işleme, biyosinyal analizi, tanı destek sistemleri ve giyilebilir teknolojiler gibi konularda katkı sunar. MRI, BT, ultrason gibi tıbbi görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verilerin YZ ile analiz edilmesi, erken tanı ve tedaviye yönelik önemli avantajlar sağlar. Ayrıca biyosensörler ve IoT destekli sağlık sistemleri ile bireyselleştirilmiş tıp uygulamaları geliştirilmektedir.

Uzman Sistemler (Expert Systems): Belirli bir alandaki uzmanların bilgi ve deneyimlerini bilgisayar ortamına aktararak karar verme süreçlerini taklit eden sistemlerdir. Bilgi tabanı ve çıkarım motoru gibi bileşenlerle çalışır. Temel özellikleri şunlardır; kural

tabanlı çalışır (if-then mantığı), bilgi açık şekilde tanımlanmalı ve kodlanmalıdır, çoğunlukla mantıksal çıkarım kullanır, öğrenme yetisi genellikle sınırlıdır.[36]

Bulanık Mantık (Fuzzy Logic), Klasik mantığın ikili doğasına alternatif olarak, gerçek hayattaki belirsizlikleri ve dilsel değişkenleri modellemek amacıyla geliştirilmiştir. Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında geliştirilen bu teori, "kısmen doğru" gibi ara değerlerle işlem yapılmasına olanak sağlar. Bu yaklaşım, özellikle kontrol sistemleri, görüntü işleme, tıbbi teşhis ve tüketici elektroniği gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.[37]

Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms (GA)), Biyolojik evrim sürecinden esinlenerek geliştirilen, adaptif ve sezgisel bir optimizasyon tekniğidir. Bu algoritmalar, "en iyi" çözüme ulaşmak amacıyla uygunluk (fitness) fonksiyonunu esas alır ve bireyler üzerinde seçilim, çaprazlama, mutasyon gibi genetik operatörler uygular. Genetik algoritmalar, özellikle karmaşık, doğrusal olmayan ve çok boyutlu problemlerin çözümünde geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılmaktadır.[38]

1.2.4 Yapay Zekâ ve Alt Alanları

YZ, insan benzeri düşünme, öğrenme ve problem çözme becerilerini bilgisayar sistemleri aracılığıyla gerçekleştirmeyi amaçlayan bir disiplindir. Bu kapsamda en önemli alt alanlardan biri makine öğrenmesi (Machine Learning- ML) olup sistemlerin açıkça programlanmaksızın veriden öğrenmesini sağlar. Makine öğrenmesi üç temel kategoriye ayrılır: denetimli öğrenme (supervised learning), denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) ve pekiştirmeli öğrenme (reinforcement learning). Denetimli öğrenmede sistem, etiketli veri üzerinden tahmin yapmayı öğrenirken; denetimsiz öğrenmede, veri kümeleri içindeki örüntüleri ve yapıları keşfeder. Pekiştirmeli öğrenme ise bir ajanın, çevresiyle etkileşime girerek ödül-ceza mekanizması yoluyla en uygun eylem stratejisini öğrenmesini sağlar. Bu yöntem, özellikle robotik ve otonom sistemlerde tercih edilmektedir.[39] Makine öğrenmesinin bir alt dalı olan derin öğrenme (deep learning), çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak büyük hacimli verilerden soyut temsiller öğrenme kapasitesine sahiptir. Derin öğrenme algoritmaları, günümüzde görüntü işleme, doğal dil işleme ve sesli komut sistemleri gibi birçok uygulamanın temelini oluşturmaktadır.[40] Bu teknolojilerin evrimi, yalnızca görev temelli otomasyon değil, aynı zamanda bağlamsal farkındalık ve çevresel uyum becerilerini

[36] Durkin, J. (1994). Expert systems: Design and development. Macmillan.
[37] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353.
[38] Goldberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley.
[39] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press.
[40] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.

de içeren ileri düzey YZ sistemlerinin gelişimine olanak tanımaktadır. Şekil 2'de YZ ve alt alanları ile ilgili görsel verilmiştir.

Şekil 2. Yapay Zekâ ve Alt Alanları

1.2.4.1 Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi terimi, 1959 yılında Arthur Samuel tarafından ortaya atılmıştır. 1960'lı ve 1970'li yıllarda makine öğrenmesi araştırmaları, örüntü tanıma ve model tanıma konularına odaklanmıştır.[41] 1980'lerde sinir ağları ve karakter tanıma sistemleri, makine öğreniminin gelişiminde önemli kilometre taşları olmuştur. Makine öğrenmesi YZ alanının bir alt disiplinidir. Temel amacı, veriden bilgi çıkararak gelecekteki durumlara ilişkin çıkarımlarda bulunmaktır. İstatistiksel temellere dayanan bu yaklaşım, veri analizi yaparak örüntüleri tespit etme ve geleceğe dair tahminler üretme süreciyle işler.[42] Mitchell'in formal tanımı ise şu şekildedir: Bir bilgisayar programı, belirli bir T görevi üzerinde, P performans ölçütü ile değerlendirildiğinde, E deneyimi ile bu performansı iyileştiriyor ise, o programın E deneyiminden öğrendiği söylenir.[43]

Makine Öğrenmesi doğal dil işleme, bilgisayarla görme, konuşma tanıma, tarım ve sağlık teknolojileri gibi birçok alanda uygulama bulmuştur.[44] Makine öğrenmesinin matematiksel temelleri, matematiksel optimizasyon teknikleriyle şekillenir. Özellikle parametre tahmini ve model uyumu konularında optimizasyon algoritmaları hayati öneme sahiptir.

Denetimli öğrenme (Supervised Learning): Makine öğrenmesinin temel yöntemlerinden biri olup girdi verileri ile bu girdilere karşılık gelen doğru çıktılar (etiketler)

[41] Duda, R. O., & Hart, P. E. (1973). Pattern Classification and Scene Analysis. Wiley.
[42] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
[43] Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill.
[44] Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.

arasındaki ilişkiyi öğrenmeyi amaçlar. Öğrenme süreci sırasında model, etiketli veri örneklerinden oluşan bir eğitim kümesi kullanılarak eğitilir. Amaç, bu örneklerdeki giriş-çıkış ilişkisini öğrenmek ve yeni, daha önce görülmemiş veriler üzerinde doğru tahminler yapabilmektir.[45] Denetimli öğrenme iki ana görevde kullanılır.

Sınıflandırma (Classification): Bir modelin eğitim verisi üzerinden öğrendiği kuralları kullanarak yeni verilerin hangi sınıfa ait olduğunu tahmin etmesidir.

Regresyon (Regression): Genellikle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini tahmin etmek ve bulmak için kullanılır. Piyasa fiyat analizi çalışmaları örnek olarak verilebilir.

Eğitim sürecinde, modelin çıktılarla tahminleri arasındaki farkı minimize edecek şekilde parametreleri optimize edilir. Bu fark genellikle kayıp fonksiyonu (loss function) ile ölçülür. Öğrenilen model, daha sonra test verileri üzerinde çeşitli metrikler (doğruluk, F1 skoru gibi) kullanılarak değerlendirilir.

Denetimsiz öğrenme (Unsupervised Learning): Denetimsiz öğrenme, makine öğrenmesinde etiketlenmemiş verilerden yapısal örüntüleri, ilişkileri veya grupları çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir. Sınıflandırma ve regresyonun aksine, denetimsiz öğrenmede önceden tanımlanmış bir hedef değişken (y) yoktur; sistem yalnızca girdi verisi (X) üzerinden keşifsel analiz yapar.

Eğitim verisinde çıktı değişkeni bulunmaz. Verideki gizli yapıları ortaya çıkarmayı amaçlar. Benzerlik, farklılık veya ilişki ağları tespit eder.

Pekiştirmeli öğrenme (Reinforcement Learning): Pekiştirmeli öğrenme, bir ajan (agent)'ın çevre (environment) ile etkileşim kurarak deneme-yanılma yoluyla optimal davranışı öğrendiği bir makine öğrenmesi paradigmasıdır.[46] Diğer öğrenme türlerinden farklı olarak, Denetimli öğrenme gibi etiketli veri gerektirmez. Denetimsiz öğrenmeden farkı ise verideki örüntüleri keşfetmek değil, ödül (reward) maksimizasyonudur.

Yarı-denetimli öğrenme (Semi-supervised Learning): Yarı-denetimli öğrenme, etiketli (labeled) ve etiketsiz (unlabeled) verilerin birlikte kullanıldığı hibrit bir makine öğrenmesi paradigmasıdır. Temel amacı, sınırlı sayıdaki etiketli veriyle birlikte bol miktardaki etiketsiz veriden yararlanarak model performansını artırmaktır. Özellikle etiketlemenin pahalı veya zor olduğu (tıbbi görüntüleme, dil modelleri) alanlarda kritik öneme sahiptir. Güncel araştırmalar, meta-öğrenme (meta-learning) ve aktif öğrenme (active

[45] Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning (2nd ed.). Springer.
[46] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press.

learning) ile entegrasyon üzerine yoğunlaşmaktadır.

1.2.4.2 Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Lineer Regresyon: Bağımlı değişken (y) ile bağımsız değişken(ler) (x) arasındaki doğrusal ilişkiyi modelleyen istatistiksel bir yöntemdir. Temel amaç, veri noktalarına en iyi uyan doğrusal fonksiyonu bulmaktır.[47]

Lojistik Regresyon: Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda, özellikle de ikili (binary) ya da çok sınıflı (multinomial/polytomous) kategorik çıktıları modellemek amacıyla kullanılan parametrik bir istatistiksel modelleme yöntemidir. Temel olarak, bağımlı değişkenin olasılığını tahmin ederken, doğrusal regresyonun sınırlamalarını aşmak amacıyla logit (lojistik) dönüşümünü kullanır. Bu dönüşüm, bağımlı değişkenin olasılık değerini sürekli ve sınırsız bir doğrusal kombinasyon yerine [0,1] aralığına kısıtlayan bir sigmoid fonksiyon aracılığıyla hesaplar.[48] Lojistik regresyonun avantajları arasında yorumlanabilirlik, doğrusal karar sınırları oluşturma yetisi, az veriyle çalışabilme kapasitesi ve hesaplama açısından görece düşük maliyetli olması yer almaktadır. Bu yönüyle hem sosyal bilimlerde hem de mühendislik, biyomedikal, ekonomi ve pazarlama gibi alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Karar Ağaçları (Decision Trees): Karar ağaçları hem sınıflandırma hem de regresyon görevlerinde kullanılan, ağaç yapısına dayalı sezgisel ve yorumlanabilir bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bu yöntem, veri kümesini ardışık karar kurallarına göre bölerek öngörüde bulunur. Ağaç, kök düğümden başlar, dallara ayrılır ve nihayetinde yaprak düğümlerde karar verir. Her iç düğüm (node), bir özelliğe (feature) dayalı karar kuralını, her dal bir karar sonucunu ve her yaprak düğüm bir sınıf etiketini (veya regresyon değeri) temsil eder. Karar ağaçlarının temel amacı, veri kümesini bilgi kazancı (Information Gain), Gini endeksi (Gini Impurity) veya varyans azaltımı gibi kriterlere göre bölerek homojenliği maksimize eden dallanmalar oluşturmaktır.[49] Örneğin, CART (Classification and Regression Trees) algoritması, ikili bölme (binary split) yöntemini kullanarak hem sınıflandırma hem de regresyon görevlerini gerçekleştirir. Karar ağaçları, özellikle şu avantajları nedeniyle tercih edilmektedir: Ağaç yapısı insanlar tarafından kolayca okunabilir, normalizasyon veya ölçeklendirme gerektirmez ve hem kategorik hem sayısal veriyle çalışabilir. Ancak aşırı dallanma sonucu aşırı öğrenme (overfitting) eğilimi gösterebilirler. Bu sorunu azaltmak için

[47] Montgomery, D. C., et al. (2021). Introduction to Linear Regression Analysis. Wiley.
[48] Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied Logistic Regression (3rd ed.). Wiley.
[49] Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. Machine Learning, 1(1), 81–106.

budama (pruning), minimum örnek sayısı kısıtları ve maksimum derinlik sınırlamaları gibi yöntemler kullanılır. Ayrıca tek bir karar ağacının ötesinde, Random Forest veya Gradient Boosting Trees gibi topluluk (ensemble) yöntemleri, karar ağaçlarının varyansını azaltarak daha yüksek doğruluk sağlar.

Rastgele Ormanlar (Random Forests): Rastgele ormanlar (Random Forests), hem sınıflandırma hem de regresyon görevleri için kullanılan, ensemble tabanlı bir makine öğrenmesi yöntemidir. Bu algoritma, birden fazla karar ağacının (decision trees) oluşturulması ve bu ağaçlardan elde edilen tahminlerin çoğunluk oyu (classification) veya ortalama alma (regression) yoluyla birleştirilmesiyle çalışır. Rastgele ormanlar, yüksek doğruluk, düşük varyans ve aşırı öğrenmeye (overfitting) karşı dirençli olmaları nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir.[50] Rastgele orman algoritmasının temel çalışma prensibi, her bir karar ağacının bootstrap örneklemesi (veri kümesinden tekrar seçilerek oluşturulan örnekler) ile eğitilmesidir. Buna bagging (bootstrap aggregating) adı verilir. Ayrıca, her ağacın her bölünme (split) sırasında rastgele seçilen öznitelikler arasından en iyi bölme kararını vermesi sağlanır. Bu, modelin korelasyonlu karar ağaçlarından oluşmasının önüne geçer ve ensemble çeşitliliğini artırır. Genelleme yeteneği yüksektir; overfitting riski tek bir ağaca göre düşüktür. Veri ölçeklendirmesi gerektirmez hem kategorik hem sürekli verilerle çalışabilir. Eksik veri veya aykırı değerler gibi durumlara karşı dayanıklıdır. Özellik önemi (feature importance) metrikleri aracılığıyla model iç görüleri sunar. Ancak büyük sayıda ağaç içermesi nedeniyle modelin eğitimi ve tahmin süresi klasik yöntemlere göre daha maliyetli olabilir. Buna rağmen birçok uygulamada görüntü işleme, finansal risk tahmini, biyoinformatik, sağlık analitiği ve daha birçok alanda oldukça başarılı sonuçlar sunmaktadır.

Destek Vektör Makineleri (SVM – Support Vector Machines): Destek Vektör Makineleri (SVM), hem sınıflandırma hem de regresyon görevleri için kullanılan güçlü ve sağlam bir denetimli öğrenme algoritmasıdır. Temel amacı, veri noktalarını farklı sınıflara maksimum marjinle ayıran en uygun hiper düzlemi (decision boundary) bulmaktır. Bu hiper düzlem, iki sınıf arasında en geniş boşluğu (marjini) oluşturacak şekilde optimize edilir ve bu optimizasyon, geometrik ayrımı mümkün kılan en az sayıda gözlem üzerinde yapılır; bu gözlemlere destek vektörleri (support vectors) denir.[51] SVM'in başarısı, doğrusal ayrılabilir verilerde optimum ayırıcı düzlemi bulma kapasitesiyle sınırlı değildir. Çekirdek (kernel)yöntemi sayesinde, doğrusal olarak ayrılamayan veriler yüksek boyutlu uzaylara

[50] Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32.
[51] Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine Learning, 20(3), 273–297.

taşınarak ayrılabilir hâle getirilir. En sık kullanılan kernel fonksiyonları Lineer kernel, Polinomial kernel, Radyal tabanlı fonksiyon (RBF- Radial Basis Function) ve Sigmoid kernellerdir.

SVM algoritmaları, özellikle yüksek boyutlu ve az örnekli veri kümelerinde başarılı performans sergiler. Bu özelliği nedeniyle metin sınıflandırma, biyolojik veri analizi, yüz tanıma, hastalık teşhisi, finansal risk tahmini gibi birçok alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

K-means Kümeleme (K-means Clustering): K-means, denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) yöntemleri arasında en yaygın kullanılan kümeleme (clustering) algoritmalarından biridir. Algoritmanın amacı, verilen veri kümesini önceden belirlenen K sayıda kümeye ayırmak ve her gözlemi, bu kümelerden birine atamaktır. Bu atama, gözlemin kümelerin merkez noktalarına (centroid) olan uzaklıklarına göre yapılır. Amaç, kümeler içindeki içsel benzerliği maksimize etmek, kümeler arası ayrılığı ise artırmaktır.[52] K-means algoritmasında;

- K adet küme merkezi rastgele başlatılır.
- Her veri noktası, en yakın merkeze atanarak kümeler oluşturulur.
- Yeni küme merkezleri, kümeye atanmış veri noktalarının ortalaması alınarak güncellenir.
- Atama ve merkez güncelleme işlemleri, kümeler sabit kalana veya belirli bir eşik değere ulaşana kadar tekrarlanır.

Hiyerarşik Kümeleme (Hierarchical Clustering): Hiyerarşik kümeleme, gözlemler arasında benzerlik ilişkilerine dayalı olarak hiyerarşik bir yapıda kümeler oluşturan denetimsiz bir öğrenme yöntemidir. Diğer kümeleme algoritmalarından farklı olarak, önceden belirli bir küme sayısı belirtmeden, veri noktalarının küme yapısı içinde ağaç benzeri (dendrogram) bir düzen ile gruplanmasını sağlar. Bu yapı sayesinde kullanıcı, kümeleme çözünürlüğünü veri analizinin farklı seviyelerinde inceleyebilir.[53]

Hiyerarşik kümeleme; gen ekspresyon analizleri, biyoinformatik, pazarlama segmentasyonu, doküman kümeleme ve sosyal ağ analizi gibi özellikle gözlemler arası yapısal ilişkilerin incelendiği alanlarda tercih edilmektedir. Avantajları arasında kapsayıcı görsel analiz (dendrogram) sağlaması ve önceden K sayısının belirlenmesine gerek olmaması

[52] MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(14), 281–297.
[53] Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. ACM Computing Surveys, 31(3), 264–323. https://doi.org/10.1145/331499.331504

sayılabilirken, büyük veri kümelerinde hesaplama maliyetinin yüksek olması ve gürültüye duyarlılığı dezavantajlarıdır.

1.3 UZMAN SİSTEMLER

Uzman sistemler, kural tabanlı sistemlerin en gelişmiş örnekleridir. Belirli bir alandaki insan uzmanının karar verme yeteneğini taklit ederler. Bu sistemler, uzmanlık gerektiren karmaşık problemleri çözmek için tasarlanmış özel YZ uygulamalarıdır.[54] Tipik bir uzman sistemin mimarisi beş temel bileşenden oluşur: bilgi tabanı, çıkarım motoru, kullanıcı arayüzü, açıklama sistemi ve bilgi edinme modülü. Bilgi tabanı, alan uzmanlarından edinilen kuralları ve olguları içerir. Çıkarım motoru, bu bilgileri işleyerek çözüm önerir. Kullanıcı arayüzü, uzman olmayan kullanıcıların sistemle etkileşim kurmasını sağlar.[55] Açıklama sistemi, uzman sistemlerin en önemli özelliklerinden biridir. Sistem, verdiği tavsiye veya kararın nedenini açıklayabilir. "Neden bu tanıyı koydunuz?" veya "Bu önerinin gerekçesi nedir?" gibi sorulara mantıklı cevaplar verebilir. Bu özellik, kullanıcının sisteme güvenini artırır ve kararların şeffaflığını sağlar.

Kural tabanlı sistemler, insan uzmanlarının problemleri çözme şeklini taklit eden YZ sistemleridir. Bu sistemler, belirli bir alandaki uzmanlığı kurallar şeklinde kodlayarak, karmaşık problemleri çözmek için kullanır. Alana özgü bilgiyi "eğer-o halde" (if-then) kuralları olarak temsil ederek, mantıksal çıkarım yoluyla sonuçlara ulaşılır.[56]

Bilgi tabanı ve çıkarım motoru: Kural tabanlı sistemlerin temel mimarisi iki ana bileşen üzerine kurulmuştur: bilgi tabanı ve çıkarım motoru. Bu mimari, uzman sistemlerin de temelini oluşturur ve etkili problem çözme için vazgeçilmezdir.[57] Bilgi tabanı, sistemin "beyin hafızası" olarak düşünülebilir. Burada, belirli bir alan hakkındaki tüm uzman bilgisi, kurallar ve olgular düzenli bir şekilde saklanır. Bu bilgiler genellikle "EĞER koşul O HALDE sonuç" formatında yapılandırılır. Örneğin, bir tıbbi tanı sisteminde "EĞER hasta ateşli ve öksürüyorsa O HALDE solunum yolu enfeksiyonu şüphesi" şeklinde kurallar bulunur. Çıkarım motoru ise sistemin "işlemci" görevi görür. Bilgi tabanındaki kuralları yorumlayarak, mevcut verilere uygular ve yeni sonuçlar türetir. Bu motor, kuralların hangi sırayla uygulanacağını belirleyen stratejiler kullanır ve çelişkili durumları çözen algoritmalara

[54] Turban, E., & Aronson, J. E. (2001). Decision Support Systems and Intelligent Systems (6th ed.). Prentice Hall.
[55] Liebowitz, J. (Ed.). (1998). The Handbook of Applied Expert Systems. CRC Press.
[56] Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson Education Limited.
[57] Jackson, P. (1999). Introduction to Expert Systems (3rd ed.). Addison-Wesley.

sahiptir. Modern sistemlerde çıkarım motoru, karmaşık mantıksal işlemleri saniyeler içinde gerçekleştirerek, insan uzmanların saatler süren analizlerini hızlandırır.

1.3.1 Belirsizlik Altında Çıkarım

Gerçek dünya problemlerinin çoğu belirsizliklerle doludur. Geleneksel mantık sistemleri, kesin doğru veya yanlış değerlerle çalışırken, belirsizlik altında çıkarım teknikleri, eksik veya belirsiz bilgilerle mantıklı sonuçlar çıkarabilir. Bu yaklaşımlar, YZ'nin pratik uygulamalarında vazgeçilmez hale gelmiştir.[58]

Bayes Ağları: Bayes ağları, belirsizlik altında çıkarım yapmanın en güçlü yöntemlerinden biridir. Bu sistemler, değişkenler arasındaki olasılıksal ilişkileri grafiksel modeller halinde temsil ederler. Her düğüm bir değişkeni, kenarlar ise bu değişkenler arasındaki koşullu bağımlılıkları gösterir. Bayes ağlarının en büyük avantajı, yeni kanıt geldiğinde olasılıkları güncelleyebilme yeteneğidir. Bayes teoremi kullanılarak, sistem başlangıçtaki inançlarını (prior) yeni veriler ışığında revize eder. Örneğin, bir spam filtresi, e-postadaki belirli anahtar kelimelerin varlığına bağlı olarak spam olma olasılığını sürekli günceller.[59] Bu ağların hesaplama karmaşıklığı yüksek olsa da karmaşık problemlerde diğer olasılıksal yaklaşımlara göre daha verimli sonuçlar verirler. Özellikle tıbbi tanı, finansal risk değerlendirmesi ve otonom araç sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Markov Mantığı: Markov mantığı, birinci derece mantık ile olasılık teorisini birleştiren güçlü bir yapısal modeldir. Bu yaklaşım, mantıksal formüllere ağırlıklar atayarak, belirsizlik altında çıkarım yapmayı mümkün kılar. Sistem, maksimum entropi prensibini kullanarak en muhtemel dünya durumunu belirler. Markov mantık ağları, geleneksel mantık programlamanın kesin doğruluk gereksinimini gevşeterek, gerçek dünya problemlerine daha iyi uyum sağlar. Bir kural tamamen doğru olmayabilir, ancak yüksek olasılıkla geçerli olabilir. Bu esneklik, özellikle doğal dil işleme ve bilgi grafları alanında değerli sonuçlar verir.[60]

1.4 YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin sinaptik yapısını ve bilgi işleme süreçlerini taklit etmek amacıyla geliştirilmiş, çok katmanlı ve bağlantılı hesaplama modelleridir. Sinir ağları, verilerdeki karmaşık örüntüleri öğrenmek, sınıflandırmak, regresyon yapmak veya

[58] Pearl, J. (1988). Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference. Morgan Kaufmann.
[59] Koller, D., & Friedman, N. (2009). Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques. MIT Press.
[60] Getoor, L., & Taskar, B. (Eds.). (2007). Introduction to Statistical Relational Learning. MIT Press.

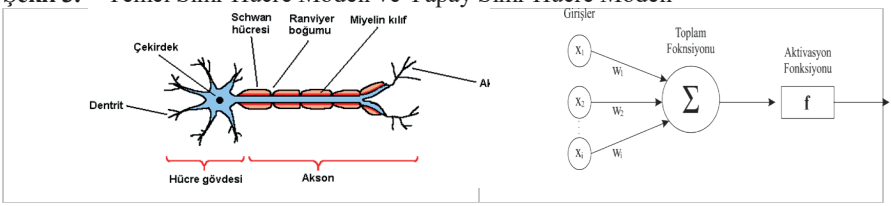
kümeleme gibi çeşitli görevleri gerçekleştirmek üzere yapılandırılır. Temel yapı taşı olan yapay nöron, biyolojik nörondan esinlenerek girişlerden gelen verileri ağırlıklandırır, toplar ve bir aktivasyon fonksiyonu aracılığıyla çıktı üretir.[61] Her nöron, girdilerle ilişkili ağırlıkları (weights) ve önyargı (bias) parametresi ile çalışır. Öğrenme süreci, hata fonksiyonunun (örneğin çapraz entropi, MSE) geri yayılım algoritması (backpropagation) ile minimize edilmesi esasına dayanır. Bu süreçte, gradyan inişi (gradient descent) veya varyantları kullanılarak ağ ağırlıkları güncellenir.[62]

Yapay sinir ağları, doğrusal olmayan karar sınırlarını öğrenebilme kapasiteleri sayesinde klasik makine öğrenmesi algoritmalarına göre daha güçlü temsil yeteneğine sahiptir. Ancak klasik YSA mimarileri sınırlı sayıda gizli katman içerdiğinde karmaşık verileri yeterince öğrenemez. Bu sınırlılığı aşmak için geliştirilmiş derin sinir ağları (Deep Neural Networks – DNN), sinir ağı literatürünün yeni evresini oluşturur. Yapay sinir ağları, özellikle görüntü işleme (Convolutional Neural Networks), doğal dil işleme (Recurrent Neural Networks, Transformers), ses tanıma ve sinyal işleme, finansal tahminleme ve biyomedikal sinyal analizi alanlarında etkili bir biçimde kullanılır.

1.4.1 İnsan Sinir Hücresi ve Yapay Sinir Ağı Hücresi

İnsan sinir hücreleri (nöronlar), merkezi ve çevresel sinir sisteminin temel yapı taşlarıdır. Bilgi iletimi, depolanması ve işlenmesi gibi temel nörolojik işlevler bu hücreler aracılığıyla gerçekleştirilir. Temel sinir hücre modeli ve yapay sinir hücre modeli Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. Temel Sinir Hücre Modeli ve Yapay Sinir Hücre Modeli



İnsan beyninde yaklaşık 86 milyar nöron bulunduğu tahmin edilmekte olup her bir nöron binlerce başka nöronla sinapslar aracılığıyla bağlantı kurarak karmaşık bir ağ yapısı

[61] McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The Bulletin of Mathematical Biophysics, 5(4), 115–133.
[62] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323(6088), 533–536.

oluşturur.[63] Bir nöron üç temel anatomik bölgeden oluşur.

- Soma (Hücre gövdesi): Nükleus ve organelleri içerir; metabolik faaliyetlerin merkezidir.
- Dendritler: Diğer nöronlardan gelen sinyalleri alır; postsinaptik reseptörleri barındırır.
- Akson: Sinyali ileten uzun uzantıdır; miyelin kılıf ile çevrili olabilir.

Nöronlar, elektriksel sinyalleri iyon değişimleri yoluyla iletir. Hücre zarı, Na^+ ve K^+ iyonlarının dağılımı sayesinde yaklaşık –70 mV'luk bir dinlenim membran potansiyeli oluşturur. Eşik değer (yaklaşık –55 mV) aşıldığında, voltaj bağımlı sodyum kanalları açılarak Na^+ iyonlarının hücre içine girmesine neden olur. Bu hızlı depolarizasyon evresi, ardından potasyum kanallarının aktive olmasıyla repolarizasyon evresine geçer. Dendritler, hücre gövdesi (soma), akson ve sinapslardan oluşur. Nöronlar, elektriksel sinyallerle iletişim kurar ve öğrenme gibi süreçlerin temelini oluşturur. Beyin, öğrenme sırasında sinaptik ağırlıkları değiştirerek plastisite kazanır. Bu süreç, 'Hebb Kuralı'[64] olarak bilinen "birlikte ateşlenen nöronlar birlikte bağlanır" ilkesiyle açıklanır.

McCulloch ve Pitts,[65] biyolojik nöronların mantıksal bir modelini sunmuş ve bu model günümüzdeki yapay sinir ağı tasarımlarına öncülük etmiştir. Yapay nöron, giriş verilerini ağırlıklarla çarpar, toplar ve aktivasyon fonksiyonu yoluyla çıktı üretir. Katmanlar hâlinde örgütlenerek derin öğrenme mimarileri oluşturur.

Yapay sinir ağlarının ya da kısaca sinir ağlarının ilham kaynağı, insan beyninin karmaşık süreçleri nasıl işlediğine duyulan ilgiden kaynaklanmaktadır. Bu işlem biçimi, geleneksel dijital bilgisayarlarınkinden tamamen farklıdır. İnsan beyni, birçok bilgi işleme sistemine göre üstündür; çünkü yapısal bileşenleri olan nöronların karmaşık, doğrusal olmayan ve paralel bir şekilde organize olması sayesinde doğru tahminler yapabilir, desen tanıyabilir, algı ve motor kontrol gibi görevleri yerine getirebilir. Ayrıca, bugün mevcut olan en hızlı dijital bilgisayarlardan bile çok daha hızlı çalışabilir. Bu duruma örnek olarak, insan görüşü adı verilen bilgi işleme görevindeki sofistike işleyiş gösterilebilir. Bu sistem, çevremizi anlamamıza, ana bileşenlerini algılamamıza ve çevreyle etkileşime geçmemiz için gerekli bilgileri sağlamamıza yardımcı olur. Yani beyin, genellikle algısal tanıma görevlerini (örneğin, karmaşık bir sahne içinde yer alan ses tanıma gibi) yaklaşık 100–200 milisaniyede

[63] Azevedo, F. A. C., et al. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. Journal of Comparative Neurology.
[64] Hebb, D. O. (1949). The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. Wiley.
[65] McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The Bulletin of Mathematical Biophysics, 5(4), 115–133

yerine getirebilirken, daha az karmaşık görevler güçlü bir bilgisayarda bile daha uzun sürebilmektedir. Bir diğer dikkat çekici örnek ise yarasaların sonar sistemidir. Bu sistem, aktif bir yankı-yer belirleme sistemidir. Bu sonar yalnızca hedefin ne kadar uzakta olduğunu değil, aynı zamanda hedefin göreli hızını, boyutunu ve hedefin çeşitli özelliklerinin büyüklüğünü de bildirir. Tüm bu bilgileri hedeften gelen yankıdan çıkarmak için gereken hesaplamalar, erik büyüklüğündeki bir beyin içinde gerçekleşmektedir. Ayrıca, belgelenmiştir ki, yankı-yer belirlemeli bir yarasa, hedefini takip etme ve yakalama konusunda yüksek başarı oranına sahiptir [66]. Yarasaların bu yeteneği, radar teknolojisinin gelişimine ilham vermiştir. Radar, çevresinde yer alan nesneleri görmesine gerek kalmadan tespit edebilir; çünkü radar, ultrasonik bir dalga yayar, ardından yankıyı alır ve işler; bu sayede uçuş sırasında önündeki engelleri şaşırtıcı bir hız ve doğrulukla algılayabilir.[67, 68]

Genel olarak, insan ve diğer hayvanların beyinlerinin işleyişi oldukça ilgi çekicidir; çünkü bu beyinler, çok karmaşık görevleri çok kısa bir sürede ve yüksek verimlilikle gerçekleştirebilmektedir. Örneğin, vücuttaki sensörlerden gelen sinyaller; görme, işitme, tat alma, koku alma, dokunma, denge, sıcaklık, ağrı gibi duyularla ilgili bilgileri iletir. Ardından beynin otonom birimlerden oluşan nöronları bu bilgileri iletir, işler ve depolar; böylece hem dış hem de iç uyaranlara karşı başarılı bir şekilde yanıt verebiliriz. Birçok hayvanın nöronları, uzun ve ince bir iplik gibi olan akson adı verilen bir yapı aracılığıyla elektriksel aktivite darbeleri (spike) iletir. Akson, binlerce uç veya dala ayrılır ve sinyalin büyüklüğüne bağlı olarak diğer nöronların dendritlerine sinaps yapar. Nöronlar tarafından yapılan işlem hem de sinapslar aracılığıyla elde edilen bellek, ağ üzerinde birlikte ve dağıtılmış şekilde paralel çalışır. İşlenen ve depolanan bilgi miktarı, eşik ateşleme düzeylerine ve her nöronun girdilerine verdiği ağırlıklara bağlıdır.

Biyolojik nöronların, son derece karmaşık görevleri işleyip yerine getirebilme kapasitesini borçlu oldukları temel özelliklerinden biri, diğer nöronlarla olan yoğun bağlantılarıdır. Bu bağlantılar sayesinde, bir olay meydana gelirken uyarıları veya yüzlerce elektriksel sinyali anında alabilirler. Bu bilgi nöronun gövdesine ulaştığında, nöronun davranışını etkiler ve aynı zamanda komşu bir nöronu veya kası da etkileyebilir. Aynı

[66] S. Haykin, Neural networks and learning machines. 2009, https://dai.fmph.uniba.sk/courses/NN/haykin.neural-networks.3ed.2009.pdf (Erişim tarihi: 31.07.2025)

[67] O. A. Montesinos López, A. Montesinos López, and J. Crossa, "Fundamentals of Artificial Neural Networks and Deep Learning," in Multivariate Statistical Machine Learning Methods for Genomic Prediction, Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 379–425. doi: 10.1007/978-3-030-89010-0_10.

[68] E. F. Caicedo B and J. A. López S, Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales. 2009. doi: 10.25100/peu.64.

zamanda Francisco-Caicedo, nöronlar arasındaki iletişimin sinaps adı verilen yapılar aracılığıyla gerçekleştiğini belirtmektedir. Sinaps, içinde nörotransmiter adı verilen kimyasalların bulunduğu bir boşluktur. Bu nörotransmiterler, diğer nöronlardan gelen sinyalleri engellemekten veya iletmekten sorumludur. Nöronlar, temas halinde oldukları diğer nöronlardan elektriksel sinyaller alırlar. Bu sinyaller nöronun gövdesinde birikir ve nöronun ne yapacağına karar verir. Eğer nöronun aldığı toplam elektriksel sinyal yeterince büyükse, aksiyon potansiyeli eşiğini aşabilir. Bu da nöronun aktif hale gelmesini veya tam tersine pasif kalmasını sağlar. Nöron aktif hale geldiğinde, temas ettiği diğer nöronlara bir elektriksel uyarı gönderebilir. Bu yeni uyarı, diğer nöronlara giriş işareti veya bazı kaslara bir uyarı olarak görev yapabilir.

YSA'lar doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkileri öğrenme yeteneğine sahiptir. Nöronlar arasındaki bağlantılar, sistemin öğrendiği bilgileri temsil eden ağırlıklarla tanımlanır. Öğrenme süreci, bu ağırlıkların eğitim verileri kullanılarak optimize edilmesini içerir. Özellikle denetimli öğrenme durumunda, gerçek çıktılarla model çıktıları karşılaştırılır ve hata oranı, geriye yayılım (backpropagation) algoritması ile hesaplanarak ağın ağırlıkları güncellenir. Yapay sinir ağlarının temel avantajlarından biri, kuralların dışarıdan açıkça tanımlanmasına gerek duymadan, çok sayıda örnek üzerinden deneyimle öğrenme kabiliyetidir. Bu da onları özellikle sınıflandırma, örüntü tanıma, görüntü işleme ve doğal dil işleme gibi alanlarda oldukça güçlü hale getirir. Bunun yanında YSA'lar, karmaşık veri yapılarını anlamlandırmak ve çıkarımsal modelleme yapmak için etkili ve esnek bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Algılayıcı (Perceptron): Yapay bir nöron, genellikle birçok giriş değerini (örneğin; $x_1,x_2,x_3,\ldots, x_n$) kabul eder ve her bir girişe bir ağırlık ($w_1,w_2,w_3,\ldots,w_n$) atar. Bu ağırlıklar, girişlerin önemini temsil eder. Daha sonra bu girişler birleştirilerek bir ağırlıklı toplam hesaplanır, bu toplama bir sapma (bias) değeri eklenir ve elde edilen sonuç bir aktivasyon fonksiyonuna uygulanarak çıktı üretilir.

Perceptronlar, yalnızca tek bir yapay nörondan oluşan en basit yapay sinir ağı modelidir. Model, 1958 yılında Frank Rosenblatt tarafından geliştirilmiştir. Bu yapı; gelen verileri alır, ağırlıklı toplamlarını hesaplar ve bu toplamı bir eşik değer (threshold) ile karşılaştırarak çıktıyı üretir. Yani bir perceptron, yalnızca tek bir katman içerir ve bu katmanda da tek bir nöron yer alır. Bu nedenle, perceptron yalnızca doğrusal olarak ayrılabilen verilerle başarılı bir şekilde çalışabilir. Perceptron, tek katmanlı ve ikili (binary) sınıflandırma yapan bir yapıdır. Genellikle işaret (sign) fonksiyonu gibi eşik temelli aktivasyon fonksiyonu kullanır.

Eğitim sürecinde, perceptron modeli, girdiler ile ağırlıklar arasındaki ilişkileri öğrenir. Bu öğrenme, hata geri bildirimi ile yapılır; modelin tahmin ettiği çıktı ile gerçek çıktı arasındaki fark dikkate alınarak ağırlıklar güncellenir. Bu sayede, zamanla doğru sınıflandırma yapabilen bir model haline gelir.

Perceptronlar temel olarak ikiye ayrılır: Tek katmanlı perceptron ve çok katmanlı perceptron. Tek katmanlı perceptron, yalnızca doğrusal olarak ayrılabilir örüntüleri öğrenebilen bir perceptron türüdür. Basitliği sayesinde güçlü olsa da girişler ile çıktılar arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı daha karmaşık problemler karşısında yetersiz kalır. Örneğin VE ve VEYA gibi doğrusal ayrılabilirlik gösteren mantıksal işlemleri doğru sınıflandırabilirken, Özel VEYA (XOR) gibi doğrusal olarak ayrılmayan yapılar için yetersiz kalır. Buna karşın, Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA), iki veya daha fazla katmandan oluşan yapısıyla gelişmiş işlem kapasitesine sahiptir. Bu yapı, verideki daha karmaşık örüntüleri ve ilişkileri öğrenme konusunda oldukça etkilidir ve doğrusal olmayan problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılır. VE mantık kapısı doğruluk tablosu, tek hücreli YSA modeli ve eğitilmiş VE kapısı YSA modeli Şekil 4'te verilmiştir.

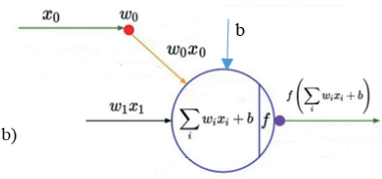
Şekil 4. VE Kapısı Tek Hücreli YSA Modeli

VE kapısı doğruluk tablosu

Giriş 1	Giriş 2	Çıkış
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- Giriş Sayısı: 2 (x_1, x_2)
- Çıkış: 1
- Ağırlıklar: w_1, w_2 (Başlangıçta 0)
- Bias: b (Başlangıçta 0)
- Aktivasyon Fonksiyonu: Signum Fonksiyonu

Başlangıç modeli: $y = \text{sign}(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + b)$



Eğitim sonunda: $w_1 = 1$, $w_2 = 1$, $b = -1.5$

Eğitilmiş Model: $y = \text{sign}(1*x_1 + 1*x_2 - 1.5)$

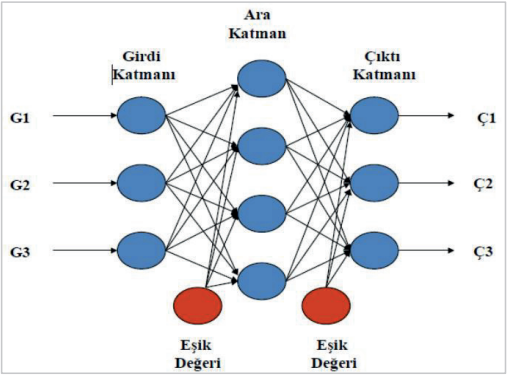
Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi-Layer Perceptron-MLP), Derin öğrenmenin temel modellerinden biridir ve bir ileri beslemeli (feedforward) yapay sinir ağı olarak sınıflandırılır. ÇKA, üç ana katmandan oluşur: bir girdi katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve bir çıkış katmanı. Bu katmanların her biri, nöron veya düğüm olarak adlandırılan birimlerden oluşur ve katmanlar arasındaki nöronlar tam bağlantılıdır. Yani bir katmandaki her nöron, bir sonraki katmandaki tüm nöronlara bağlanır.[69]

Girdi katmanı, sabit boyutlu sayısal özellik vektörlerini (örneğin, bir görüntüdeki piksel değerleri veya bir veri kümesindeki öznitelikler) alır. Bu girdi, ilk gizli katmana iletilir.

[69] Haykin, S. (2009). Neural Networks and Learning Machines (3rd ed.). Pearson.

Her nöron, girdilerin ağırlıklı toplamını hesaplar ve ardından ReLU, sigmoid veya tanh gibi bir aktivasyon fonksiyonu uygular. Aktivasyon fonksiyonları, ÇKA'nın doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilmesini sağlar, bu da ağın daha karmaşık desenleri öğrenmesine olanak tanır. ÇKA birden fazla gizli katman içerebilir ve bu derinlik, modelin daha soyut ve hiyerarşik temsiller öğrenme kapasitesini belirler. Son katman olan çıkış katmanı, tahmini üretir. Sınıflandırma problemlerinde genellikle softmax aktivasyonu kullanılarak sınıf olasılıkları elde edilir; regresyon problemlerinde ise sürekli değerler için genellikle doğrusal aktivasyon kullanılır. Eğitim sürecinde MLP, geriye yayılım (backpropagation) adı verilen bir yöntemle öğrenir.[70] Bu süreçte ağ, tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki farkı bir kayıp fonksiyonu kullanarak hesaplar. Ardından bu hata, ağ boyunca geriye doğru yayılır ve gradyan inişi (gradient descent) ya da onun türevleri (örneğin Adam, RMSProp) kullanılarak ağırlıklar güncellenir. Bu döngüsel süreç sayesinde ağ, hataları azaltarak daha doğru tahminler yapmayı öğrenir. Örnek bir ÇKA yapısı Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5. ÇKA'nın Yapısı



ÇKA'nın en güçlü yönlerinden biri, esnekliği ve genelliğidir. ÇKA'lar, yeterli sayıda nöron ve veriyle herhangi bir sürekli fonksiyonu yaklaşık olarak öğrenebilen evrensel fonksiyon yaklaştırıcılardır. Bu özellik, onları görüntü tanıma, konuşma işleme, finansal modelleme ve tıbbi teşhis gibi çok çeşitli görevlerde kullanılabilir hale getirir. Ayrıca, ÇKA mimarisi, giriş verisinin yapısı hakkında herhangi bir varsayıma dayanmaz; bu da onu tablolu, vektörleştirilmiş ya da düzleştirilmiş veriler ile son derece etkili kılar. MLP'ler aynı zamanda basit ve anlaşılır olmalarıyla öne çıkar. Konvolüsyonel veya tekrarlayan sinir ağları gibi daha

[70] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323(6088), 533–536.

karmaşık yapılara kıyasla uygulanması ve eğitilmesi daha kolaydır. Özellikle küçük ve orta ölçekli veri kümelerinde ÇKA'lar oldukça başarılı sonuçlar verebilir. Katmanlar arasındaki tam bağlantı yapısı sayesinde özelliklerin konumu veya sırası kritik olmasa da küresel desenleri öğrenebilirler. TensorFlow ve PyTorch gibi modern derin öğrenme kütüphaneleri sayesinde ÇKA'lar kolayca inşa edilebilir ve eğitilebilir; bu da hızlı prototipleme ve uygulamayı mümkün kılar. Her ne kadar büyük boyutlu görüntüler veya sıralı metin verileri gibi karmaşık yapılar üzerinde daha gelişmiş mimariler (örneğin konvolüsyonel ağlar veya transformer'lar) tarafından geride bırakılıyor olsa da ÇKA'lar hâlâ güçlü ve temel bir araç olmaya devam etmektedir. Hem birçok uygulama için pratik bir model olarak hem de daha ileri düzey ağ mimarilerini anlamak için yapı taşı niteliğindedirler.

Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks, RNN): Sıralı ve zamana bağlı verilerin modellenmesinde kullanılan temel derin öğrenme mimarilerindendir.[71] RNN'ler, her bir zaman adımında yalnızca mevcut girdiyi değil, aynı zamanda önceki zaman adımındaki gizli durumu da dikkate alarak çıktılar üretir. Bu özellikleri sayesinde zaman serisi tahmini, dil modelleme, konuşma tanıma ve biyolojik sinyal işleme gibi uygulamalarda sıklıkla tercih edilirler. RNN'lerin klasik ileri beslemeli ağlardan en önemli farkı, ağın belleği temsil eden gizli durumun zamanla evrilmesidir.

Ancak temel RNN mimarisi, özellikle uzun dizilerdeki uzak bağımlılıkları öğrenmekte yetersiz kalır. Bu durumun temel nedeni, geri yayılım algoritması uygulanırken gradyanların zaman içinde çok küçük (vanishing gradient) veya çok büyük (exploding gradient) değerlere ulaşarak öğrenme sürecini engellemesidir. Sonuç olarak, klasik RNN'ler yalnızca kısa vadeli bağımlılıkları öğrenebilmekte, uzun süreli ilişkileri göz ardı etmektedir. Bu sınırlılıklar, daha gelişmiş ve hafızası güçlü modellerin geliştirilmesini teşvik etmiştir.

Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short-Term Memory, LSTM) Ağları,[72] klasik RNN'lerin uzun vadeli bağımlılıkları öğrenme konusundaki yetersizliklerini aşmak amacıyla geliştirilmiştir.[73] LSTM mimarisi, hücre durumu adı verilen ayrı bir bellek yapısını ve bu belleği yöneten üç temel kapıyı (giriş, unutma ve çıkış kapısı) içerir. Bu kapılar, ağın geçmiş

[71] I. D. Mienye, T. G. Swart, and G. Obaido, "Recurrent Neural Networks: A Comprehensive Review of Architectures, Variants, and Applications," Information, vol. 15, no. 9, p. 517, Aug. 2024, doi: 10.3390/INFO15090517.

[72] I. Malashin, V. Tynchenko, A. Gantimurov, V. Nelyub, and A. Borodulin, "Applications of Long Short-Term Memory (LSTM) Networks in Polymeric Sciences: A Review," Polymers (Basel), vol. 16, no. 18, Sep. 2024, doi: 10.3390/POLYM16182607.

[73] P. F. Muhammad, R. Kusumaningrum, and A. Wibowo, "Sentiment Analysis Using Word2vec And Long Short-Term Memory (LSTM) For Indonesian Hotel Reviews," Procedia Comput Sci, vol. 179, pp. 728–735, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.PROCS.2021.01.061.

bilgileri ne zaman hatırlaması ve ne zaman unutması gerektiğini kontrol ederek, uzun vadeli bilgi transferini mümkün kılar. Böylece LSTM'ler; dil çevirisi, uzun metin özetleme ve zaman serisi analizi gibi görevlerde üstün performans göstermektedir.

LSTM'nin başarısı, bilgi akışını dinamik olarak kontrol eden bu kapı mekanizmalarının etkinliğinden kaynaklanır. Giriş kapısı yeni bilgilerin ne kadarının hücre durumuna ekleneceğini belirlerken, unutma kapısı geçmişteki hangi bilgilerin silineceğine karar verir. Çıkış kapısı ise hücre durumundaki bilginin çıktıya nasıl yansıtılacağını düzenler. Bu yapı sayesinde LSTM modelleri hem kısa hem de uzun vadeli örüntüleri öğrenme konusunda esnek ve güçlü bir çerçeve sunar. Ancak bu esneklik, modelin daha fazla parametreye ve dolayısıyla daha yüksek hesaplama gücüne ihtiyaç duymasına neden olur.

Gated Recurrent Unit (GRU), LSTM'nin sunduğu avantajları daha basit bir yapıda sunmayı amaçlayan alternatif bir mimaridir. GRU, hücre durumu yerine gizli durum üzerinden çalışır ve yalnızca iki kapı (güncelleme ve sıfırlama kapısı) kullanır. Bu sadeleştirilmiş yapı, daha az hesaplama gerektirirken çoğu görevde LSTM ile benzer doğruluk düzeyleri sağlayabilir. GRU, özellikle düşük kaynaklı ortamlarda veya eğitim süresinin kısıtlı olduğu uygulamalarda tercih edilmektedir. Aynı zamanda daha az parametre içermesi, küçük veri setlerinde aşırı öğrenme riskini azaltır.[74]

Genel olarak, RNN, LSTM ve GRU mimarileri zamansal bağımlılıkları modellemede önemli araçlar sunar. Klasik RNN'ler basit ve hızlı olmalarına rağmen, uzun süreli bağımlılıkların öğrenilmesinde başarısız olabilir. LSTM, bu sorunu çözmek için daha karmaşık bir bellek yapısı getirirken, GRU ise benzer başarıyı daha az hesaplama maliyetiyle sunar. Uygulama alanına ve veri yapısına göre bu üç yöntemden biri tercih edilebilir; örneğin dil modellemede LSTM yaygın olarak kullanılırken, çevrimiçi sistemlerde GRU daha uygun olabilir. Bu mimarilerin derin öğrenme tabanlı sıralı veri işleme alanındaki yeri, günümüz YZ teknolojilerinin temel yapı taşlarından biri haline gelmiştir. Şekil 8'de geri beslemeli ağ yapısı verilmiştir. Bu döngüler sayesinde ağ, geçmişteki çıktıları veya gizli durumları hatırlayabilir, yani bellek kapasitesine sahiptir. Bu yapı sayesinde RNN'ler, sıralı verilerdeki bağımlılıkları modelleyebilir. Örneğin, bir kelime dizisinde önceki kelimeleri hatırlayarak bir sonraki kelimenin ne olabileceğini tahmin edebilir. Her bir zaman adımında, ağ hem yeni bir girdi alır hem de bir önceki gizli durumdan gelen bilgiyi kullanarak çıktısını üretir. Bu özellik, doğal dil işleme, konuşma tanıma, finansal zaman serileri gibi uygulamalarda oldukça önemlidir.

[74] Z. Niu et al., "Recurrent attention unit: A new gated recurrent unit for long-term memory of important parts in sequential data," Neurocomputing, vol. 517, pp. 1–9, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.NEUCOM.2022.10.050.

Ancak geleneksel RNN'ler, özellikle uzun dizilerde gradyan sönmesi (vanishing gradient) veya gradyan patlaması (exploding gradient) gibi sorunlar yaşayabilir.[75] Bu sorunları aşmak için LSTM (Long Short-Term Memory) ve GRU gibi daha gelişmiş yapılar geliştirilmiştir.[76] Bu mimariler, bilgiyi daha uzun süre saklayabilen kapı (gate) mekanizmaları içerir.

Geriye yayılım algoritması (Backpropagation), hem ileri beslemeli hem de geri beslemeli sinir ağlarının eğitilmesinde kullanılan temel bir öğrenme yöntemidir. Bu algoritma, zincir kuralına dayalı olarak kayıp fonksiyonunun ağ ağırlıklarına göre türevini (gradyan) hesaplar. Hesaplanan bu gradyanlar kullanılarak ağın ağırlıkları, hatayı en aza indirecek şekilde güncellenir. Eğitim süreci dört temel aşamadan oluşur:

İleri Yayılım: Giriş verileri ağa verilir, işlemlerden geçerek tahmin (çıktı) üretilir.

Kayıp Hesaplama: Tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki fark, bir kayıp fonksiyonu kullanılarak ölçülür (örneğin ortalama karesel hata).

Geriye Yayılım: Hata değeri, ağ boyunca geriye doğru yayılır. Bu süreçte zincir kuralı ile her ağırlığın hataya etkisi hesaplanır.

Ağırlık Güncelleme: Hesaplanan gradyanlar kullanılarak ağırlıklar, gradyan inişi (gradient descent) veya Adam, RMSProp gibi optimizasyon algoritmalarıyla güncellenir.

Bu işlem, birçok kez (epoch) tekrar edilerek ağın tahmin performansı iyileştirilir. Geriye yayılım, derin öğrenmenin temel yapı taşıdır ve modern sinir ağlarının başarılı bir şekilde öğrenmesini sağlar.

Aktivasyon Fonksiyonları: Yapay Sinir Ağı (YSA) ve Derin Sinir Ağı (DNN) modellerinde girişler ile gizli katman arasındaki eşleme, aktivasyon fonksiyonları tarafından belirlenir. Aktivasyon fonksiyonları, bir katmandaki düğümlerin (nöronların) çıktısını bir sonraki katmana ileterek (çıktı katmanı da dahil olmak üzere) ağ boyunca yayılmasını sağlar. Aktivasyon fonksiyonları, bir skaler girdiyi başka bir skaler çıktıya dönüştüren fonksiyonlardır ve her bir nöronun özel bir çıktı üretmesini sağlar. Bu fonksiyonlar, ağın modelleme kapasitesine doğrusal olmayanlık (nonlinearity) kazandırır. Bir nöronun aktivasyon fonksiyonu, bu nöronun nasıl aktive edileceğini belirleyen matematiksel yapıyı tanımlar. Aşağıda ise en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları açıklanmaktadır.

Lineer aktivasyon fonksiyonu, nörondan gelen ağırlıklı toplamın (girdi) doğrudan çıktıya eşit olduğu bir fonksiyondur. Yani, giriş neyse çıkış da odur bu nedenle "birim

[75] Bengio, Y., Simard, P., & Frasconi, P. (1994). Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. IEEE Transactions on Neural Networks, 5(2), 157–166.

[76] Cho, K., van Merriënboer, B., Gulcehre, C., et al. (2014). Learning phrase representations using RNN encoder–decoder for statistical machine translation.

fonksiyon" ya da "kimlik fonksiyonu (identity function)" olarak da adlandırılır. Pratikte bu, fonksiyonun gelen sinyali hiçbir değişiklik yapmadan ilettiği anlamına gelir. [77]

Doğrultulmuş Doğrusal Birim (ReLU - Rectified Linear Unit) aktivasyon fonksiyonu, günümüzde en yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biridir. ReLU aktivasyon fonksiyonu, belirli bir eşik değerinin (genellikle sıfır) altında sabit çıktı üretirken, bu eşik değerinin üzerinde doğrusal bir ilişki gösterir. Yani bir düğüm (nöron), yalnızca girdi belirli bir değerin üzerindeyse aktive edilir. Girdi sıfırın altındaysa çıktı da sıfır olur; ancak girdi eşik değerinin üzerine çıktığında, çıktı ile giriş arasında doğrudan doğrusal bir ilişki oluşur. ReLU'lar, farklı uygulamalarda başarılı sonuçlar verdiği için günümüzde en ileri yöntemler (state-of-the-art) arasında yer alır. Bununla birlikte, ReLU'nun gradyanı ya sıfır ya da sabit bir değerdir. Bu da gradyanların sıfıra düşmesi ya da çok büyümesi gibi "ölü ReLU" (dying ReLU) olarak bilinen bir sorunun yaşanmasına neden olabilir. Yani bazı nöronlar hiçbir zaman aktive olmaz hâle gelebilir. Buna rağmen, ReLU fonksiyonları pratikte sigmoid gibi diğer aktivasyon fonksiyonlarına kıyasla daha iyi eğitim performansı gösterir. Bu nedenle, ReLU aktivasyon fonksiyonu, gizli katmanlarda ve çıktının sürekli ve sıfırdan büyük olduğu durumlarda çıktı katmanında en sık kullanılan fonksiyon olmuştur.

Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, Sigmoid, yapay sinir ağları ve derin sinir ağları oluşturulurken en yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biridir. Özellikle çıktı olarak olasılık değeri veya ikili (binary) sınıflandırma sonucu istenen durumlarda tercih edilir. Bu fonksiyon katı şekilde artan (strictly increasing) bir fonksiyondur ve doğrusal ile doğrusal olmayan davranış arasında ince bir denge kurar. Ancak sigmoid fonksiyonunun bir dezavantajı, giriş değerleri çok büyük ya da çok küçük olduğunda, çıktının 1'e veya 0'a çok yaklaşarak "kilitlenmesi" durumudur. Bu duruma "stuck" (takılma) denir. Bu takılma, öğrenme sürecinin yavaşlamasına ya da tamamen durmasına neden olabilir. Çünkü aktivasyonun çıktısı bu uç değerlere ulaştığında, türev değeri (gradyan) sıfıra yaklaşır, bu da geriye yayılım sırasında ağırlıkların güncellenmesini zorlaştırır. Bu sebeple, sigmoid fonksiyonu küçük ağlarda veya sadece çıktı katmanında kullanılmaya devam etse de derin ağlarda yerini daha gelişmiş aktivasyon fonksiyonlarına bırakmıştır.

Hiperbolik Tanjant (Tanh) Aktivasyon Fonksiyonu: Sigmoid fonksiyonuna göre daha avantajlı bir yapıya sahiptir. Çünkü tanh fonksiyonunun çıktı değerleri, -1 ile +1 arasında değişir. Bu sayede, çıktıların sıfıra göre daha dengeli bir şekilde dağılması sağlanır. Bu özellik, tanh fonksiyonunun "takılma" (stuck) problemine sigmoid fonksiyonundan daha

[77] G. A. Patterson J, Deep learning: a practitioner's approach, O'Reilly M. 2017.

az eğilimli olmasını sağlar. Büyük negatif girişler, -1'e yakın çıktılar üretir. Büyük pozitif girişler, +1'e yakın çıktılar üretir. Bu nedenle, gizli katmanlar için genellikle Tanh aktivasyon fonksiyonu tercih edilir. Çünkü ağın öğrenme sürecinde sıfır merkezli çıktılar, ağırlık güncellemelerinde daha verimli bir öğrenmeye katkı sağlar. Tanh fonksiyonunun en önemli avantajlarından biri, negatif girişlerle daha etkili

Softmax aktivasyon fonksiyonu, Çok sınıflı sınıflandırma görevleri için tasarlanmış sinir ağlarının çıktı katmanında yaygın olarak kullanılır. Bu fonksiyon, son katmandan elde edilen ham çıktı skorlarını her bir değerin girdinin belirli bir sınıfa ait olma olasılığını temsil ettiği bir olasılık dağılımına dönüştürür. Softmax fonksiyonunun temel özelliği, tüm çıktı olasılıklarının 0 ile 1 arasında olmasını ve bu olasılıkların toplamının 1 olmasını garanti etmesidir. Bu özelliği sayesinde, bir girdinin birden fazla birbirini dışlayan sınıftan yalnızca birine atanması gereken durumlar için idealdir. Softmax, en büyük girdi değerini güçlendirerek en olası sınıfı öne çıkarırken, diğerlerini bastırır. Genellikle sınıflandırma görevlerinde modelin başarımını artırmak için çapraz entropi (cross-entropy) kayıp fonksiyonu ile birlikte kullanılır.

Ağırlık Başlatma (Weight Initialization): Sinir ağlarının başarılı bir şekilde eğitilebilmesi için ağırlıkların doğru bir şekilde başlatılması büyük önem taşır. Ağırlıklar uygun şekilde başlatılmazsa, kaybolan (vanishing) veya patlayan (exploding) gradyan problemleri ortaya çıkabilir ve bu durum derin ağların eğitimini oldukça zorlaştırır. Tüm ağırlıkları sıfıra başlatmak etkili değildir çünkü bu, simetriyi bozar ve tüm nöronların aynı şeyi öğrenmesine neden olur. Bunun yerine, simetriyi kırmak ve çeşitli özelliklerin öğrenilmesini teşvik etmek için rastgele başlatma stratejileri kullanılır[78].

Düzenleme (Regularization): Düzenleme teknikleri, modelin aşırı öğrenmesini (overfitting) önlemek için geliştirilmiştir.

Aşırı öğrenme, modelin eğitim verisinde çok iyi performans gösterip, yeni ve görülmemiş verilerde kötü performans göstermesi durumudur.

Eğitim Süreçleri: Bir yapay sinir ağı eğitmek, modelin giriş verileri üzerinde doğru tahminler yapabilmesi için parametre değerlerini (ağırlıklar ve bias) optimize etmeyi içerir. Bu süreç, giriş verilerinin katmanlar boyunca ileri yayılım (forward propagation) ile geçirilmesiyle başlar; böylece bir çıktı üretilir. Oluşan bu çıktı, gerçek etiketle karşılaştırılır ve genellikle bir kayıp fonksiyonu (örneğin, regresyon için Ortalama Kare Hatası - Mean

[78] Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. Journal of Machine Learning Research, 13(2), 281–305.

Squared Error veya sınıflandırma için Çapraz Entropi - Cross-Entropy) kullanılır. Tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki fark (kayıp), geri yayılım (backpropagation) ve bir optimizasyon algoritması (örneğin, Stokastik Gradyan İnişi - SGD veya Adam) kullanılarak en aza indirilir. Geri yayılım sırasında, kayıp fonksiyonunun her bir ağırlıkla ilgili gradyanları zincir kuralı kullanılarak hesaplanır ve ağırlıklar buna göre güncellenir. Bu döngü, birden fazla tur (epoch) boyunca tekrarlanır; burada bir epoch, eğitim veri kümesi üzerinde tamamlanan bir safha anlamına gelir. Eğitimi hızlandırmak ve bellek kullanımını azaltmak amacıyla, veriler genellikle küçük gruplar halinde (mini-batch) ayrılır (mini-batch öğrenmesi). Zamanla, ağ parametrelerini en uygun hale getirerek kaybı minimize eder ve tahminlerini geliştirir.

Hiperparametre Ayarı: Hiperparametreler, veriden öğrenilmeyen, ancak eğitim başlamadan önce manuel olarak ayarlanan yapılandırma ayarlarıdır. Bu parametreler, öğrenme sürecinin nasıl ilerleyeceğini kontrol eder ve modelin performansı ile genelleme yeteneği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yaygın hiperparametreler şunları içerir:

- Öğrenme oranı (Learning rate): Gradyan inişi sırasında atılan adımların büyüklüğünü belirler. Çok yüksek bir oran sapmalara neden olabilir, çok düşük olması ise yavaş yakınsamaya yol açabilir.
- Batch-size: Her ağırlık güncellemesinde kullanılan örnek sayısıdır. Daha küçük partiler daha fazla gürültü sağlar, ancak daha hızlı güncellemeler yapmaya imkan tanır; büyük partiler ise daha stabil gradyanlar sağlar.
- Epoch sayısı: Tüm eğitim veri kümesi üzerinde yapılan toplam yineleme sayısıdır. Çok fazla olması, erken durdurma olmadan aşırı uyum (overfitting) riskini artırabilir.
- Optimizasyon algoritması tipi: SGD, Adam, RMSprop gibi algoritmalar, ağırlıkların nasıl güncelleneceğini etkiler.

Aktivasyon fonksiyonları, dropout oranı, ağırlık başlatma yöntemi ve düzenleme (regularizasyon) parametreleri de hiperparametreler arasında yer alır.

Hiperparametrelerin en uygun kombinasyonunu bulmak, hiperparametre ayarlaması (tuning) olarak bilinir ve grid search, rastgele arama (random search) veya Bayes optimizasyonu gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bu adım kritik öneme sahiptir çünkü iyi yapılandırılmış bir model bile hiperparametreler kötü seçilirse düşük performans gösterebilir.

1.4.2 Derin Öğrenme

Makine öğrenmesinin bir alt dalı olup beynin yapısı ve işlevlerinden esinlenilen yapay

sinir ağları temelli algoritmalara odaklanır. Geleneksel makine öğrenme yöntemlerinin çoğu, veri üzerinde manuel özellik çıkarımı gerektirirken, derin öğrenme modelleri, ham girdi verilerinden ilgili özellikleri otomatik olarak öğrenerek soyutlama katmanları üzerinden çıkarım yapabilir. Bu yetenek, derin öğrenmeyi özellikle görüntü tanıma, doğal dil işleme ve konuşma tanıma gibi karmaşık görevlerde son derece etkili kılar.[79]

Derin öğrenmenin temelinde, girdileri alan, ağırlık uygulayan, bir bias değeri ekleyen ve sonucu aktivasyon fonksiyonu (örneğin ReLU ya da sigmoid) aracılığıyla işleyen nöronlardan oluşan yapay sinir ağları yer alır. Bu nöronlar, bir girdi katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve bir çıktı katmanı olacak şekilde organize edilir. Eğer sinir ağları birden fazla gizli katman içeriyorsa, bu yapılar derin sinir ağları olarak adlandırılır. Ağın derinliği, modelin verideki hiyerarşik yapıları öğrenmesini sağlar. İlk katmanlarda düşük seviyeli özellikler, son katmanlarda ise daha soyut ve yüksek seviyeli özellikler öğrenilir.[80]

Derin öğrenme modelleri, geri yayılım (backpropagation) adı verilen bir süreçle eğitilir. Bu süreçte, modelin tahmin hatası ağ boyunca geriye doğru yayılır ve ağırlıklar, stokastik gradyan inişi, Adam v.b optimizasyon algoritmaları ile güncellenir. Model, bu şekilde kayıp fonksiyonunu en aza indirerek zamanla daha iyi sonuçlar üretmeyi öğrenir. Evrişimli sinir ağları,[81] tekrarlayan sinir ağları[82] ve transformers[83] gibi modern derin öğrenme mimarileri, yapay sinir ağlarının temel ilkeleri üzerine inşa edilmiş ve özel veri türleri ile görevler için optimize edilmiştir.

Özetle, derin öğrenme; yapay sinir ağları kavramını daha derin ve karmaşık yapılara genişleterek makinelerin karmaşık desenleri öğrenmesini ve yüksek seviyeli bilişsel görevleri yerine getirmesini sağlar. Yapay sinir ağları ile derin öğrenme arasındaki bu güçlü ilişki, birçok alanda çığır açan gelişmelere öncülük etmiş ve YZ araştırmalarını önemli ölçüde ilerletmiştir.

1.4.2.1 Evrişimsel Sinir Ağları (ESA- CNN)

Günümüzde derin öğrenme teknikleri, özellikle görüntü işleme alanında, büyük

[79] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015, doi: 10.1038/nature14539.
[80] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, Deep Learning. MIT Press, 2016. [Online]. Available: https://www.deeplearningbook.org/
[81] A. Saxena, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol., vol. 10, no. 12, pp. 943–947, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.47789.
[82] R. M. Schmidt, "Recurrent Neural Networks (RNNs): A gentle Introduction and Overview," no. 1, pp. 1–16, 2019, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1912.05911
[83] A. Dosovitskiy et al., "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," in ICLR 2021, 2021. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2010.11929

başarılar elde etmektedir. Bunun başlıca nedeni, derin öğrenmenin temelini oluşturan Evrişimsel Sinir Ağları gibi mimarilerin, verilerden otomatik ve etkin öznitelik çıkarımı yapabilmesidir. ESA'ların genel yapısı, Şekil 6'da görülebileceği üzere, sıralı ve yinelemeli olarak düzenlenmiş evrişim katmanları, doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları (örneğin ReLU) ve havuzlama katmanlarından oluşmaktadır.[84] Özellikle evrişim ve havuzlama katmanlarının ardışık biçimde kullanılması, görüntüde yer alan temel ve karmaşık desenleri öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, doğrusal olmayan bağlantılar sayesinde, ağların karmaşık ilişkileri modelleme kapasitesi artmaktadır. Böylece, geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerinde el ile tasarlanan özniteliklerin yerini, derin öğrenme mimarilerinin eğitim sırasında otomatik olarak keşfettiği öznitelikler almaktadır. Bu yapı sayesinde, derin öğrenme yöntemleri, birçok bilgisayarla görü görevinde insan seviyesine yakın, hatta çoğu zaman daha yüksek doğrulukta sonuçlar sunabilmektedir.[85,86]

Evrişimsel Sinir Ağları mimarilerinin ilk katmanlarında, kenar, renk ve doku gibi mekânsal bilgilere ait düşük seviyeli öznitelikler elde edilirken mimarinin son katmanlarında daha soyut ve güçlü anlamsal öznitelikler çıkarılmaktadır.[87] Çoğu sınıflandırma probleminde, ESA'nın son katmanlarında üretilen bu yüksek seviyeli anlamsal öznitelikler kullanılmaktadır. Öte yandan, bölütleme veya piksel tabanlı sınıflandırma görevleri için geliştirilen Unet ve FPNet gibi ağ mimarilerinde, çok seviyeli öznitelik haritalarından faydalanılmaktadır.[88] Bu mimarilerde yer alan atlama bağlantıları sayesinde, erken katmanlardan elde edilen kenar, renk ve doku gibi düşük seviyeli mekânsal detaylar son katmanlardaki yüksek seviyeli anlamsal özniteliklerle etkili bir biçimde birleştirilmektedir. Bu yaklaşımla geliştirilen kodlayıcı-kod çözücü ağlar, düşük seviyeli özniteliklerin daha yoğun şekilde kullanılması sayesinde birçok bölütleme probleminde üstün performans sergilemiştir.[89,90]

---

[84] LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015 May 28;521(7553):436-44. doi: 10.1038/nature14539. PMID: 26017442.

[85] M. Turkoglu, D. Hanbay, · Abdulkadir Sengur, and A. Sengur, "Multi-model LSTM-based convolutional neural networks for detection of apple diseases and pests," J Ambient Intell Humaniz Comput, vol. 1, Nov. 2019, doi: 10.1007/s12652-019-01591-w.

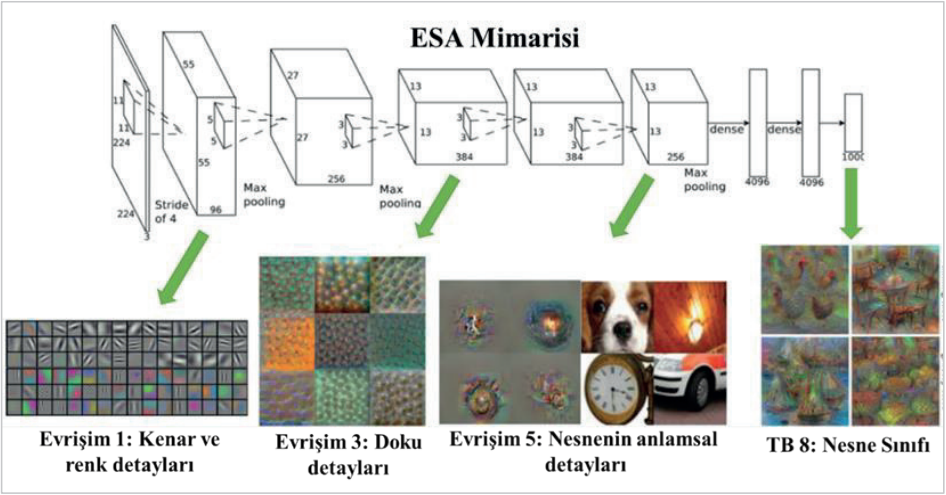
[86] M. Türkoğlu and D. Hanbay, "Plant disease and pest detection using deep learning-based features," Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, vol. 23, no. 3, pp. 1636–1651, 2019.

[87] H. Dong, K. Song, Y. He, J. Xu, Y. Yan, and Q. Meng, "PGA-Net: Pyramid Feature Fusion and Global Context Attention Network for Automated Surface Defect Detection," IEEE Trans Industr Inform, vol. 16, no. 12, pp. 7448–7458, Dec. 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2958826.

[88] J. Wang, P. Lv, H. Wang, and C. Shi, "SAR-U-Net: Squeeze-and-excitation block and atrous spatial pyramid pooling based residual U-Net for automatic liver segmentation in Computed Tomography," Comput Methods Programs Biomed, vol. 208, p. 106268, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.CMPB.2021.106268.

[89] H. Üzen, M. Türkoğlu, B. Yanikoglu, and D. Hanbay, "Swin-MFINet: Swin transformer based multi-feature integration network for detection of pixel-level surface defects," Expert Syst Appl, vol. 209, p. 118269, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.118269.

Şekil 6. ESA Mimarilerinin Genel Yapısı



ESA mimarilerinin temel yapı taşları; evrişim, havuzlama, aktivasyon ve tam bağlantılı katmanlardır. Ayrıca, gelişmiş ESA mimarilerinde artık bloklar, Inception ve sıkıştırma-uyarlama gibi özel blok yapıları da geliştirilmiştir. Bu çeşitli bileşenlerle, literatürde birçok farklı ESA mimarisi önerilmiştir.[91]

Evrişimsel Sinir Ağlarının Bileşenleri: ESA mimarileri, genellikle Evrişim, Havuzlama, Aktivasyon ve Tam Bağlı katmanların çeşitli kombinasyonlarla bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu temel yapı taşları, mimarinin işlevselliğini ve öğrenme kapasitesini belirleyen en önemli unsurlardır.

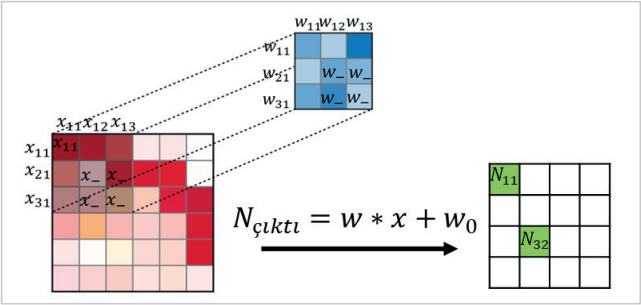
- **Evrişim Katmanı:** Evrişim katmanı, girdi verilerine evrişim işleminin uygulandığı temel yapısal katmandır. Evrişim işlemi, temel olarak bir filtrenin girdi veri üzerinde kaydırılarak uygulandığı bir süreçtir ve bu işlem Şekil 7'de örneklendirilmiştir. Evrişim katmanında kullanılan filtrelerin parametreleri başlangıçta rastgele veya belirli değerlerle başlatılır. Eğitim süreci boyunca, bu parametreler probleme özgü önemli öznitelikleri yakalayacak şekilde güncellenir. Evrişim katmanı, derin öğrenme mimarilerinde öznitelik

[90] H. Üzen, M. Turkoglu, M. Aslan, and D. Hanbay, "Depth-wise Squeeze and Excitation Block-based Efficient-Unet model for surface defect detection," The Visual Computer 2022, pp. 1–20, Mar. 2022, doi: 10.1007/S00371-022-02442-0.

[91] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," in 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Jun. 2016, pp. 770–778. doi: 10.1109/CVPR.2016.90.

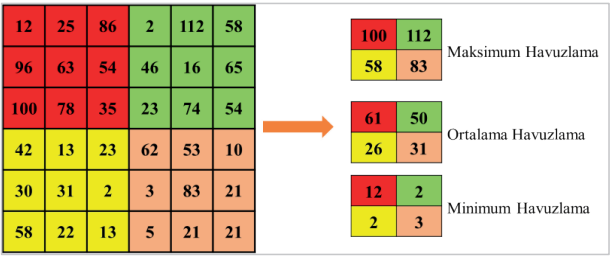
çıkarımında kilit rol oynar.[92]

Şekil 7. Evrişim Katmanında Evrişim Süreci



- **Havuzlama Katmanı**: Havuzlama katmanı, boyut küçültme işlevi gören bir sinir ağı bileşenidir. Özellikle ESA mimarilerinde, katmanlar derinleştikçe öznitelik haritalarının boyutu katlanarak artmaktadır. Bu artış, hesaplama maliyetlerini ve bellek gereksinimlerini yükseltirken aynı zamanda verilerin gereksiz ayrıntılardan arındırılması ihtiyacını da doğurur. Havuzlama katmanı, öznitelik haritalarındaki anlamlı bilgileri kaybetmeden, veri boyutlarını küçültmek amacıyla uygulanır. Bu katmanda, öznitelik haritası üzerinde belirli bir pencere hareket ettirilerek, pencereye karşılık gelen elemanlar maksimum havuzlama veya ortalama havuzlama yöntemlerinden biriyle tek bir değere indirgenir. Böylelikle, temel bilgiler korunurken veri hacmi azaltılır ve ağın genelleme kapasitesi artırılır. Havuzlama katmanına dair örnek bir uygulama Şekil 8'de sunulmuştur.

Şekil 8. Havuzlama İşlemi

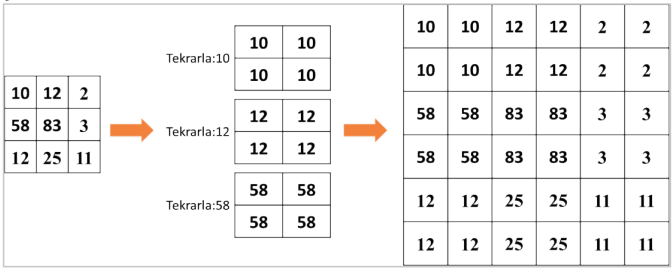


- **Yukarı Örnekleme Katmanı**: Yukarı örnekleme (YÖ) katmanı, havuzlama katmanının tersine, girdi öznitelik haritasının boyutunu artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

[92] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," Nature 2015 521:7553, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, May 2015, doi: 10.1038/nature14539.

Özellikle, piksel tabanlı sınıflandırma gerçekleştiren UNet gibi kodlayıcı-kod çözücü (encoder-decoder) ağ mimarilerinde, çıktı tahmin haritasının boyutunun girdi görüntüsü ile aynı olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, ağın derin katmanlarında azalan öznitelik haritası boyutları, çıktı aşamasında yukarı örnekleme katmanları aracılığıyla tekrar yükseltilir. Böylece, modelden elde edilen sonuç haritası orijinal görüntüyle aynı çözünürlükte olur. Şekil 9' da ise yukarı örnekleme katmanının uygulanışına ilişkin görsel bir örnek sunulmuştur.[93]

Şekil 9. Yukarı Örnekleme Katmanı



- **Aktivasyon Fonksiyonu**: Aktivasyon katmanı, girdi verilerine doğrusal olmayan özellikler kazandıran ve bu sayede sinir ağı mimarilerinde önemli bir rol oynayan bir katmandır. Doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonları kullanılarak katmanlar arasındaki bağımsızlık artar ve modelin karmaşık ilişkileri öğrenebilme kapasitesi yükselir. Bu durum, özellikle ESA gibi mimarilerde istikrarın ve genellenebilirliğin sağlanmasında önemli bir katkı sunmaktadır. Literatürde aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılabilecek pek çok farklı model geliştirilmiştir.

- **Tam Bağlı Katman**: Tam Bağlı (TB) katmanının temel yapısı, klasik Yapay Sinir Ağları'nda (YSA) olduğu gibi tasarlanmıştır. Bu katmanda, girişten alınan veriler öncelikle ağırlık katsayıları ile çarpılır ve ardından toplanarak katman çıktısı elde edilir. Eğitim süreci boyunca, TB katmanında kullanılan ağırlık değerleri düzenli olarak güncellenir.[94] TB genellikle ESA mimarilerinde son katmanlarında kullanılır ve sınıflandırıcı olarak görev almıştır

Farklı derinlik ve yapılandırmalara sahip çok sayıda ESA mimarisi geliştirilmiştir. Literatürde geniş kabul görmüş ve farklı dönemlerde performans ve verimlilik açısından çığır açmış üç ESA mimarisi VGG, ResNet ve EfficientNet mimarileridir.

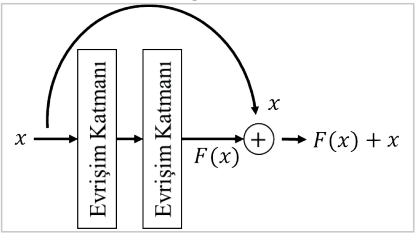
[93] M. Turkoglu and D. Hanbay, "Recognition of plant leaves: An approach with hybrid features produced by dividing leaf images into two and four parts," Appl Math Comput, vol. 352, pp. 1–14, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.AMC.2019.01.054.
[94] a.g.e.

VGGNet: VGG (Visual Geometry Group) ağı, 2014 yılında Oxford Üniversitesi'nden Simonyan ve Zisserman tarafından geliştirilmiş ve ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC-2014) yarışmasında dikkat çekici başarı elde etmiştir. VGG mimarisi, özellikle basit ve tekrarlayan yapı prensibi ile öne çıkar. VGGNet, ağırlıklı olarak 3x3 evrişim filtreleri ve 2x2 maksimum havuzlama katmanları kullanır. VGG16 ve VGG19, sırasıyla 16 ve 19 katmandan oluşur.

ResNet (Residual Networks): ResNet, 2015 yılında Microsoft Research tarafından önerilmiş ve derin öğrenme literatürüne artık öğrenme (residual learning) kavramını kazandırmıştır. Derin ağların eğitimi sırasında yaşanan azalan gradyan (vanishing gradient) ve aşırı uyum (overfitting) gibi problemler, ağı derinleştirdikçe performansın düşmesine neden olmaktaydı. ResNet bu sorunu, kısa devre bağlantılar (skip connections) kullanarak çözmüştür.

Artık bağlantı modeli temel olarak girdinin bazı katmanları atlayarak son katman çıktısına eklenmesidir.[95] Artık bağlantı ile geliştirilen Residual bloğu Şekil 10'da gösterilmiştir.

Şekil 10. Artık Bağlantı Modeli



Şekil 10'da gösterildiği gibi artık bloklarında x girdisi öncelikle 2 evrişim katmanından geçirildikten sonra F(x) çıktı elde edilmiştir. Daha sonra blok çıkışına doğru F(x) çıktısı ile x değeri toplanmıştır. Bu sayede x öznitelik haritası doğrudan blok çıktısı ile bağlantı sağlanmıştır. VGG ve Resnet modelinin yanında birçok farklı gelişmiş model önerilmiştir. Bunlar Tablo 3'te özetlenmiştir.

[95] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," in 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Jun. 2016, pp. 770–778. doi: 10.1109/CVPR.2016.90

Tablo 3. Başlıca Önceden Eğitilmiş Ağ Mimarilerinin Karakteristik Özellikleri

Model	Özellikler
AlexNet	□ ESA mimarilerinin öncüsüdür. □ En yaygın bilinen ağ mimarisidir. □ Geleneksel evrişim ve TB katmanlarından oluşmaktadır.
VGGNet Ailesi	□ Daha derin ağların daha iyi ağlar olduğu fikrine dayanarak tasarlanmıştır. □ Eğitilmesi gereken parametre sayısı oldukça yüksektir.
ResNet Ailesi	□ Daha derin ağların daha iyi ağlar olduğu fikrine dayanarak tasarlanmıştır. □ Sıfırlanan gradyan problemine çözüm olarak Residual (artık) bloklardan oluşmaktadır. □ Katman sayısı değiştirilerek ResNet50, ResNet101 ve ResNet42 farklı versiyon geliştirilmiştir.
GoogleNet ve Inception ailesi	□ Inception blokları ile parametre sayısını 6,8M kadar düşürülmüştür. □ Inception Blok yapılarını kullanılmıştır.
MobileNet Ailesi	□ DAE bloklarına dayalıdır. □ Parametre sayısını düşürerek düşük hesaplama gücü olan donanımlarda kullanılması için geliştirilmiştir.
DenseNet Ailesi	□ Dense Blok yapılarına dayalıdır. □ ResNet ile benzer fakat her katman, önceki katman çıktıları ile beslenmektedir.
EfficientNet Ailesi	□ Derinlemesine ve noktasal evrişim katmanlarından oluşmaktadır. □ Dense Blok yapıları içermektedir. □ Ağ mimarilerinin amacı optimal sonuç için katman boyutlarına ve katman sayısını optimize ederek verimli ağ mimarileri oluşturmaktır. □ Farklı katman sayısına sahip 8 versiyonu bulunmaktadır.

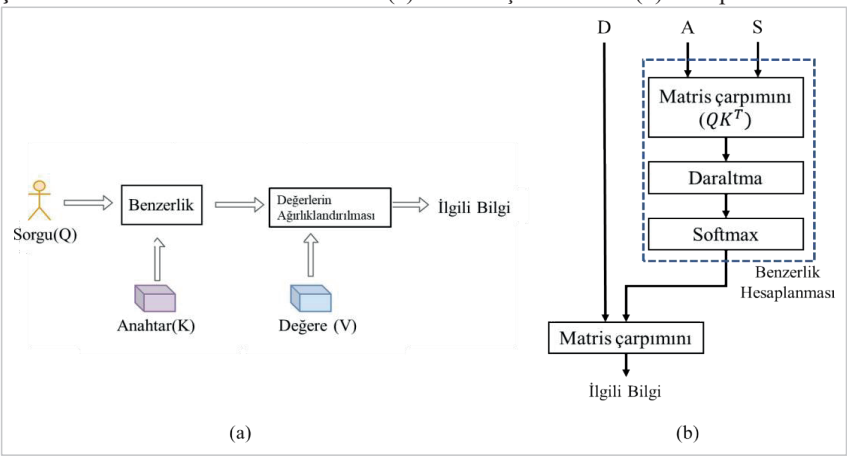
Dönüştürücüler: Dönüştürücüler (Transformers), doğal dil işleme (NLP) alanında ilk kez yayımlandıklarından itibaren büyük ilgi görmüş ve literatürde çığır açan bir yaklaşım olarak kendini göstermiştir.[96] LSTM gibi eski modellerin yerini alarak üstün başarılar elde eden Dönüştürücülerin en temel özelliği, kelimeler arasındaki ilişkileri etkin bir biçimde inceleyen "öz-dikkat" (self-attention) mekanizmasına sahip olmasıdır. Öz-dikkat mekanizması, girişteki tüm kelimelerin birbiriyle olan ilgisini değerlendirerek girdiyi bütünsel olarak işler ve bu sayede uzun menzilli bağlamsal ilişkileri yakalayabilir. Oysa evrişimli sinir ağı mimarilerindeki evrişim katmanı, yalnızca filtre boyutu kadar yerel bilgiyle sınırlı kalarak "bölgesellik" (locality) sorunu yaşamaktadır. Bu bölgesel sınırlama, küresel anlamsal özniteliklerin çıkarılmasını zorlaştırırken, Dönüştürücüler global düzeyde bağlamsal öznitelikleri etkin bir şekilde elde edebilir ve bu nedenle bu alanda önemli bir avantaja sahiptir.

[96] J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding," NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference, vol. 1, pp. 4171–4186, Oct. 2018

Dosovitskiy, dönüştürücü mimarisini bilgisayarlı görü alanına uyarlayarak "Vision Transformer" (ViT) modelini önermişlerdir.[97] ViT, görüntüleri sırasıyla parçalara ayırma, projeksiyon, konumsal yerleştirme ve çok başlıklı öz-dikkat işlemleriyle işler. Bu yöntem ile birlikte, dönüştürücü mimarileri bilgisayarlı görüde de yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır ve alanın gelişiminde önemli rol oynamaktadır.[98]

Dönüştürücü modelinin en temel yapı taşı, öz-dikkat (self-attention) mekanizmasıdır. Bu mekanizmanın temel amacı, modeldeki parçalar arasındaki benzerlikleri değerlendirerek ilişkilerini incelemektir. Öz-dikkat sayesinde, her bir öğe diğer tüm öğelerle karşılaştırılır ve aralarındaki ilişki derecesine göre bir önemli puanı atanır. Bu puanlama aracılığıyla, model hangi öğelerin birbirleriyle daha güçlü ilişkiler kurduğunu ayırt edebilir. Öz-dikkat mekanizmasında parçalar arasındaki ilişkiler, her bir öğenin ayrı sorgu (query), anahtar (key) ve değer (value) vektörlerine dönüştürülmesiyle hesaplanır. Ardından, sorgu ve anahtar vektörleri arasındaki benzerlik ölçülerek bir dikkat skoru elde edilir; bu skorlar yumuşatılmış bir şekilde normalleştirilerek ağırlık değerleri oluşturur ve son olarak her bir değerin bu ağırlıklarla çarpılmasıyla çıktılar hesaplanır. Bu yöntem, modelin öğrenme gücünü artırarak, bütünsel ve esnek bir bağlam yakalamasına olanak tanır. Öz dikkat mekanizmasının temel çalışma prensibi Şekil 11'de özetlenmiştir.

Şekil 11. Öz-Dikkat Mekanizmasının (a) Görselleştirilmesi ve (b) Hesaplanması

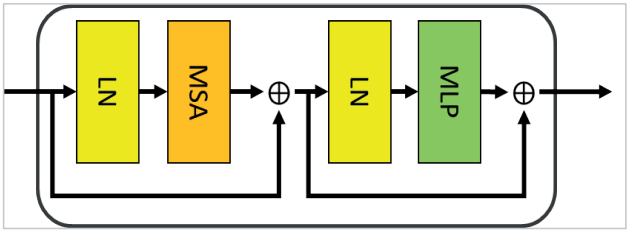


[97] A. Dosovitskiy et al., "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," Oct. 2020, Accessed: Oct. 18, 2021. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2010.11929v2

[98] M. Farahani, M. Gharachorloo, M. Farahani, and M. Manthouri, "ParsBERT: Transformer-based Model for Persian Language Understanding," Neural Process Lett, vol. 53, no. 6, pp. 3831–3847, Dec. 2021

Vision Transformer: Vision Transformer (ViT) modeli, temel yapı taşı olarak dönüştürücü (transformer) bloklarını kullanır. Bu dönüştürücü blokları, iki ana bileşenden oluşmaktadır: Çok Kafalı Öz-Dikkat (Multi-head Self Attention - MSA) ve Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi-Layer Perceptron - MLP) blokları. MSA, girişteki her bir öznitelik arasındaki ilişkileri paralel başlıklar aracılığıyla öğrenirken modelin daha zengin bağlamsal temsiller elde etmesini sağlar. Ardından, her dönüştürücü bloğunda yer alan MLP katmanı ise doğrusal olmayan dönüşümlerle daha karmaşık veri projeksiyonları gerçekleştirir. Her iki bileşen de sıklıkla katman normu (Layer Normalization) ve artık bağlantılar (Residual Connections) ile desteklenerek eğitimin istikrarı ve modelin öğrenme kapasitesi artırılır. Sonuç olarak, ViT'nin temelini oluşturan bu dönüştürücü blokları, görsel veriden etkin biçimde özellik çıkarımı gerçekleştirerek, modelin çeşitli bilgisayarlı görü görevlerinde yüksek başarı göstermesini sağlar.[99] ViT mekanizması Şekil 1.12'de gösterilmiştir.

Şekil 12. ViT Mekanizması



BERT ve GPT: Dönüştürücü mimarisinin doğal dil işleme (NLP) alanındaki en başarılı ve yaygın uygulamalarından ikisi BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) ve GPT (Generative Pre-trained Transformer) modelleridir. Her iki model de temel yapı taşı olarak Transformer mimarisini kullanmakla birlikte, öğrenme yöntemleri ve mimari yapılarına göre birbirlerinden önemli ölçüde ayrılmaktadır.[100]

BERT, Google tarafından geliştirilmiş ve 2018 yılında yayımlanmıştır. Dönüştürücünün yalnızca kodlayıcı kısmını kullanan BERT, iki yönlü (bidirectional) bağlam modellemesi yaparak bir kelimenin hem solundaki hem de sağındaki kelimeleri dikkate

[99] Khan, S., Naseer, M., Hayat, M., et al. (2022). Transformers in Vision: A Survey. ACM Computing Surveys, 54(10), 1–41.
[100] G. Bharathi Mohan, R. Prasanna Kumar, S. Parathasarathy, S. Aravind, K. B. Hanish, and G. Pavithria, "Text Summarization for Big Data Analytics: A Comprehensive Review of GPT 2 and BERT Approaches," Internet of Things, vol. Part F1443, pp. 247–264, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-33808-3_14.

alır.[101] Bu çift yönlü öğrenme mekanizması, özellikle anlamsal bütünlüğün önemli olduğu görevlerde BERT'e büyük bir avantaj kazandırmaktadır. BERT modeli, öncelikle büyük miktarda metin üzerinde ön eğitim (pre-training) aşamasından geçirilir ve bu aşama sırasında iki görev kullanılır: Maskelenmiş Dil Modelleme (Masked Language Modeling - MLM) ve Cümle Düzeyi İlişkilendirme (Next Sentence Prediction - NSP). MLM görevinde, girdideki bazı kelimeler maskelenir ve modelden bu kelimeleri tahmin etmesi beklenir. Böylece, model derin bağlamsal temsiller öğrenebilir. NSP görevinde ise modelin iki cümlenin birbiriyle ilişkili olup olmadığını anlaması hedeflenir. Bu çift aşamalı ön eğitim süreci sayesinde BERT, metin sınıflandırma, duygu analizi, adlandırılmış varlık tanıma ve soru-cevap sistemleri gibi birçok NLP görevinde yüksek başarı göstermektedir.[102]

GPT, OpenAI tarafından geliştirilmiş ve ilk versiyonu 2018'de yayımlanmıştır. GPT, dönüştürücü mimarisinin yalnızca kod çözme kısmını kullanır ve tek yönlü (unidirectional) olarak çalışır; yani bir kelimeyi tahmin ederken yalnızca solundaki kelimeleri dikkate alır. GPT'nin en önemli özelliği, otoregresif (autoregressive) yapıda olmasıdır. Bu yapı sayesinde model, dil üretim görevlerinde son derece başarılıdır; bir metin girdisine karşılık anlamlı, tutarlı ve akıcı metinler üretebilir. GPT modelleri yalnızca Dil Modelleme (Language Modeling - LM) göreviyle ön eğitimden geçirilir ve bu süreçte modelden bir sonraki kelimeyi tahmin etmesi beklenir. Bu yapı, özellikle metin üretimi, özetleme, diyalog sistemleri ve çeviri gibi üretici (generative) görevlerde GPT'yi öne çıkarmaktadır.[103]

Her iki model de Transformer mimarisinin öz-dikkat mekanizmasından yararlanarak bağlamsal ilişkileri derinlemesine öğrenebilmekte ve farklı görevler için kolaylıkla uyarlanabilir (fine-tune) hale gelmektedir. BERT'in çift yönlü yapısı onu daha çok anlama (understanding) temelli görevlerde avantajlı kılarken, GPT'nin otoregresif ve tek yönlü doğası ise üretim (generation) temelli görevlerde öne çıkmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, BERT ve GPT, Transformer mimarisinin ne denli esnek ve güçlü bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymakta ve NLP alanındaki birçok problemin çözümünde temel yapı taşları olarak değerlendirilmektedir.

Görüntü İşleme ve Bilgisayarla Görü: Dijital dünyanın görsel verilerle dolup taştığı günümüzde, bu verileri anlamak, işlemek ve yorumlamak her zamankinden daha önemli hale

[101] M. Zhang and J. Li, "A commentary of GPT-3 in MIT Technology Review 2021," Fundamental Research, vol. 1, no. 6, pp. 831–833, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.FMRE.2021.11.011.
[102] M. Zhang and J. Li, "A commentary of GPT-3 in MIT Technology Review 2021," Fundamental Research, vol. 1, no. 6, pp. 831–833, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.FMRE.2021.11.011.
[103] H. Rehana et al., "Evaluation of GPT and BERT-based models on identifying proteinprotein interactions in biomedical text," ArXiv, p. arXiv:2303.17728v2, Dec. 2023

gelmiştir. Kameralar, sensörler ve mobil cihazlar tarafından her an üretilen görüntüler ve videolar hem bilimsel araştırmalar hem de endüstriyel uygulamalar için büyük bir potansiyel taşımaktadır. İşte bu potansiyeli ortaya çıkaran iki temel disiplin görüntü işleme ve bilgisayarla görü olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıklıkla birbirine karıştırılsa da bu iki alan, farklı amaçlara hizmet eden fakat birbirini tamamlayan disiplinlerdir. En temel ayrımıyla; görüntü işleme, bir görüntüyü alıp başka bir görüntüye dönüştürme işlemidir.[104] Amaç genellikle görüntüyü iyileştirmek, onarmak, belirli bilgileri vurgulamak veya bir sonraki aşama için daha uygun hale getirmektir. Görüntü işleme sonucunda elde edilen çıktı yine bir görüntüdür.

Görüntü işlemenin ilk süreçlerinde, klasik görüntü işleme yöntemleri olarak isimlendirilen yaklaşımlar mevcuttu. Bu yaklaşımlarda uzmanlar, kenar bulma (Canny, Sobel operatörleri), köşe tespiti veya doku analizi (Gabor filtreleri) gibi algoritmalar için manuel özellik çıkarımı yapmak zorundaydı. Bu, her bir problem için özel olarak tasarlanmış, kırılgan ve genelleştirilmesi zor çözümler üretilmesine neden olmaktaydı. Özellikle evrişimsel sinir ağları gibi derin öğrenme modellerinin yükselişi, bu alanda bir devrim yaratmış ve daha önce çözülmesi güç olan birçok problemi çözülebilir kılmıştır.

Bilgisayarla Görü, bir görüntüden anlamlı bilgiler ve yorumlar çıkararak bir karar veya bir çıktı üretme bilimidir. Amaç, bilgisayarların insanlar gibi "görmesini" ve gördüğünü anlamasını sağlamaktır. Bilgisayarla görü sonucunda çıktı bir görüntü değil, bir bilgi, bir etiket veya bir komuttur.[105]

Görüntü Sınıflandırma ve Nesne Tanıma: Görüntü sınıflandırma ve nesne tanıma, görüntü işleme alanında temel problemler arasında yer almakta olup otomatik görüntü işleme sistemlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntünün tek bir etiketle temsil edilmesini amaçlarken; nesne tanıma, görüntüdeki bir veya birden fazla nesnenin yerini ve türünü tespit etmeyi hedefler.

Görüntü Sınıflandırma, kısaca bir bütün olarak görüntüye bakarak onu önceden tanımlanmış kategorilerden birine atamaktır. Örneğin, bir sistem kendisine verilen bir fotoğrafın "kedi", "köpek" veya "araba" olduğunu tek bir etiketle belirler. Bu süreç, genellikle ESA mimarileri kullanılarak gerçekleştirilir. AlexNet, VGGNet, ResNet ve Inception gibi öncü ESA modelleri, milyonlarca görüntüden oluşan ImageNet gibi veri setleri üzerinde eğitilerek görsel desenleri hiyerarşik bir yapıda öğrenme yeteneği kazanmışlardır. Akademik

[104] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 4th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2018
[105] R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2022.

çalışmalara göre bu modeller, görüntünün alt seviye özelliklerinden (kenarlar, dokular, renkler) başlayarak daha üst seviye ve karmaşık özelliklere doğru bir soyutlama yaparak sınıflandırma kararını verirler. Yaygın kullanılan ESA mimarilerinin birkaçı aşağıda verilmiştir;

LeNet-5 (1998): Yann LeCun tarafından posta kodlarındaki rakamları tanımak için geliştirilen ilk başarılı ESA'lerden biridir.[106]

AlexNet (2012): ImageNet yarışmasını ezici bir üstünlükle kazanarak derin öğrenme devrimini başlatan mimaridir. LeNet'ten çok daha derin olması ReLU aktivasyonunu ve aşırı öğrenmeyi (overfitting) önlemek için Dropout tekniğini kullanmasıyla öne çıkmıştır.[107]

ResNet (Residual Network, 2015): Ağ derinliği arttıkça ortaya çıkan kaybolan gradyan problemini çözmüştür. Bu problem, gradyanların geriye doğru yayılırken çok küçülerek ilk katmanların güncellenmesini engellemesidir. ResNet, artık blokları kullanarak girdiyi doğrudan daha derin katmanların çıktısına ekler. Bu, gradyanların ağı daha kolay kat etmesini sağlayarak 150 katmandan daha derin ağların eğitilmesine olanak tanımış ve doğruluğu önemli ölçüde artırmıştır.[108]

Nesne Tanıma ise sınıflandırmadan bir adım daha ileri gider. Sadece görüntüde ne olduğunu söylemekle kalmaz, aynı zamanda o nesnenin görüntü içindeki konumunu da bir sınırlayıcı kutu ile işaretler. Bir görüntüde birden fazla nesne olabilir ve nesne tanıma modelleri bu nesnelerin her birini ayrı ayrı sınıflandırıp yerlerini tespit edebilir. R-CNN (Region-based CNN) ailesi[109] (R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN) ve YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot MultiBox Detector) gibi tek aşamalı dedektörler, bu alandaki en yaygın yaklaşımlardır. Özellikle Faster R-CNN gibi iki aşamalı modeller yüksek doğruluk sunarken, YOLO gibi tek aşamalı modeller ise gerçek zamanlı uygulamalar için gereken hızı sağlamalarıyla öne çıkarlar. Akademik tezler, bu modellerin başarısının hem doğru sınıflandırma yapabilen bir omurga ağına hem de nesnelerin konumunu hassas bir şekilde tahmin edebilen özel katmanlara sahip olmalarına dayandığını vurgulamaktadır.

İki Aşamalı Yaklaşım (Örn: Faster R-CNN): Bu yaklaşım, problemi "nereye

[106] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition," Proceedings of the IEEE,2 vol. 86, no. 11, pp. 2278–2324, Nov. 1998.
[107] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet classification with deep convolutional neural networks," in Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, vol. 25
[108] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer5 Vision and Pattern Recognition, 2016, pp. 770–778.
[109] R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik, "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation," in Proceedings of the IEEE Conference7 on Computer Vision and Pattern Recognition, 2014, pp. 580–587.

bakmalı?" ve "ne görmeli?" olarak ikiye ayırır. İlk olarak, Bölge Öneri Ağı, nesne içerme olasılığı yüksek olan yüzlerce aday kutu üretir. İkinci aşamada, bu önerilerin her biri ayrı ayrı analiz edilerek sınıflandırılır ve kutu koordinatları hassaslaştırılır. Bu metodik yaklaşım genellikle daha yüksek doğrulukla sonuçlanır.[110]

Tek Aşamalı Yaklaşım (Örn: YOLO, SSD): Bu yaklaşım, hızı doğruluğa tercih eder. Görüntüyü bir grid sistemine böler ve her bir grid hücresi için sınırlayıcı kutuları ve sınıf olasılıklarını tek bir ağ geçişinde doğrudan tahmin eder. Bu, problemi bir bütün olarak ele alan bir regresyon problemidir ve gerçek zamanlı video analizi gibi uygulamalar için uygundur.[111]

Segmentasyon: U-Net ve Mask R-CNN: Segmentasyon, bir görüntüyü piksel seviyesinde anlamlandırma görevidir. Nesne tanımada olduğu gibi sadece bir kutu çizmek yerine, bir nesneye ait her bir pikseli etiketleyerek onun kesin şeklini ve sınırlarını ortaya çıkarır. Segmentasyon çeşitleri;

Semantik Segmentasyon: Görüntüdeki her pikseli "araba", "yol", "insan", "bina" gibi bir sınıfa atar. Ancak aynı sınıftaki farklı nesneleri ayırt etmez (örneğin, yoldaki tüm arabaları tek bir "araba" rengine boyar).

Örneklem Segmentasyonu (Instance Segmentation): Semantik segmentasyonun bir adım ötesine geçerek aynı sınıftaki farklı örnekleri de ayırt eder (örneğin, yoldaki üç arabayı üç farklı renkte maskeleyerek "araba-1", "araba-2", "araba-3" olarak ayırır).

Panoptik Segmentasyon: En kapsamlı segmentasyon türüdür ve hem semantik hem de örneklem segmentasyonunu birleştirir. Görüntüdeki her piksele bir sınıf etiketi ("araba") ve bir örneklem ID'si (o araca özel bir kimlik) atar.

U-Net: U-Net, özellikle biyomedikal görüntü segmentasyonu (bölütleme) alanında çığır açan bir derin öğrenme modelidir. 2015 yılında Olaf Ronneberger ve diğerleri tarafından geliştirilen bu evrişimli sinir ağı mimarisi, adını karakteristik "U" şeklindeki yapısından almaktadır.[112] Yayınlandığı günden bu yana akademik dünyada olumlu bir etki yaratmış ve on binlerce atıf alarak alanındaki en temel modellerden biri haline gelmiştir. Temel başarısı, çok az sayıda etiketlenmiş görüntü ile dahi son derece hassas ve piksel düzeyinde

[110] S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks," in Advances8 in Neural Information Processing Systems, 2015, vol. 28

[111] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016, pp. 779–788.

[112] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention,11 2015, pp. 234–241.

segmentasyonlar yapabilmesidir.

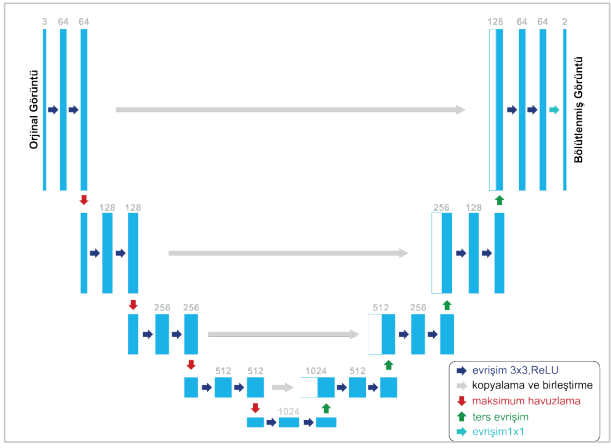
U-Net'in geliştirilmesindeki temel motivasyon, tıp alanındaki görüntüleme verilerinin (örneğin, hücre, tümör veya organ görüntüleri) segmentasyonunda karşılaşılan zorluklardı. Geleneksel yöntemler genellikle yavaş ve sınırlı başarıya sahipken derin öğrenme modelleri ise genellikle çok büyük veri setlerine ihtiyaç duymaktaydı. Biyomedikal alanda ise binlerce etiketlenmiş görüntü elde etmek hem maliyetli hem de zaman alıcıdır. U-Net, bu soruna zarif bir çözüm sunarak veri artırma teknikleriyle birlikte az sayıda eğitim verisiyle bile yüksek başarım elde etmeyi mümkün kılmıştır.

U-Net'in mimarisi, bir kodlayıcı (encoder) ve bir kod çözücü (decoder) yolundan oluşur. Bu simetrik yapı, ona "U" şeklini verir. Mimarinin ana yapı bileşenleri aşağıdaki gibidir:

- Kodlayıcı (encoder) yolu (daralan yol): Bu bölüm, görüntünün anlamsal özelliklerini (içeriğini, "ne" olduğunu) yakalamak için tasarlanmıştır. Standart bir evrişimli sinir ağı gibi çalışır. Tipik olarak aşağıdaki katmanların tekrarından oluşur. İki adet 3x3 evrişim katmanı, görüntüdeki özellikleri (kenarlar, dokular vb.) Tespit etmek için filtreler uygular. Her evrişim katmanından sonra genellikle bir reLU aktivasyon fonksiyonu kullanılır. Bu katmanlar, özellik haritaları üretir. Bir adet 2x2 maksimum havuzlama katmanı, özellik haritalarının boyutunu yarıya indirir (alt-örnekleme). Bu işlem, hesaplama maliyetini düşürürken, en önemli özellikleri koruyarak bir tür "özetleme" yapar. Kodlayıcı yolu boyunca görüntü boyutu küçülürken özellik haritalarının sayısı (derinlik) artırılır. Bu sayede, model, daha karmaşık ve soyut özellikleri öğrenir.
- Darboğaz (Bottleneck): Kodlayıcı ve kod çözücü yolları arasındaki en alt seviyedir. En düşük çözünürlüklü ve en yüksek derinlikli özellik haritaları burada bulunur.
- Kod çözücü (decoder) yolu (genişleyen yol): Bu bölümün amacı, kodlayıcı tarafından öğrenilen anlamsal bilgiyi kullanarak hassas bir segmentasyon haritası oluşturmaktır. Yani, nesnenin "nerede" olduğunu piksel düzeyinde belirler. Bu yol, şu adımları içerir: 2x2 ters evrişim (transposed convolution) katmanı, özellik haritasının boyutunu iki katına çıkararak (üst-örnekleme) uzamsal bilgiyi geri kazanır. Atlama bağlantıları (skip connections) ile birleştirme, U-Net'in en devrimci özelliğidir. Ters evrişimle büyütülen özellik haritası, kodlayıcı yolundaki simetrik karşılığı olan ve aynı boyuttaki özellik haritasıyla birleştirilir. İki adet 3x3 evrişim katmanı, birleştirilmiş özellik haritaları üzerinden tekrar evrişim işlemi uygulanarak modelin daha hassas bir çıktı üretmesi sağlanır.

- Atlama Bağlantıları: Kodlayıcı yolunda yapılan alt-örnekleme işlemleri sırasında, nesnelerin tam konumu gibi hassas uzamsal bilgiler kaybolur. Kod çözücü yolu ise bu bilgiyi yeniden yapılandırmaya çalışır. Atlama bağlantıları, kodlayıcının erken katmanlarındaki yüksek çözünürlüklü ve detaylı konum bilgisini doğrudan kod çözücü yoluna taşıyarak bu kaybı telafi eder. Bu sayede, "ne" bilgisi (anlamsal) ile "nerede" bilgisi (uzamsal) birleştirilir ve sonuç olarak son derece hassas sınırlar çizebilen segmentasyon haritaları elde edilir.
- Final Katmanı: Kod çözücü yolunun sonunda, genellikle 1x1'lik bir evrişim katmanı kullanılarak her pikselin ait olduğu sınıf olasılıklarını içeren bir segmentasyon haritası üretilir. U-Net'in genel mimarisi Şekil 13'te verilmiştir.

Şekil 13. U-Net Mimarisi



Başlangıçta biyomedikal görüntüler için tasarlanmış olsa da U-Net'in etkinliği kanıtlandıkça kullanım alanı genişlemiştir. Başlıca uygulama alanları aşağıdaki gibidir:

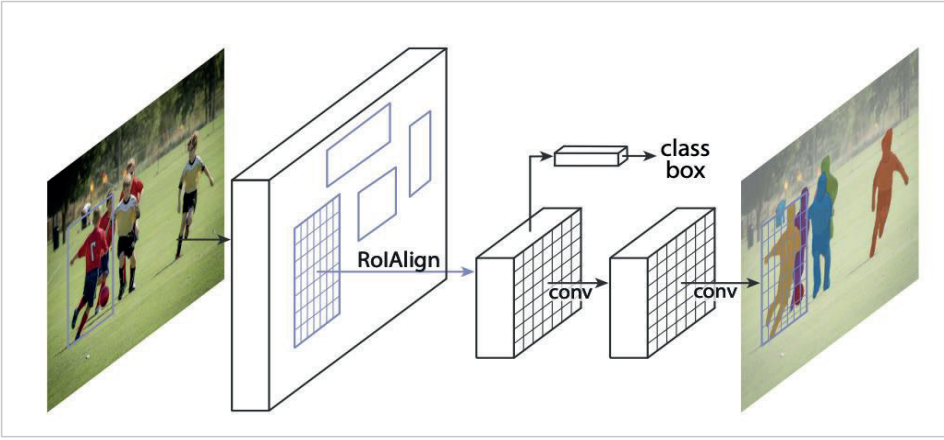
- Tıbbi Görüntüleme: Kanserli tümörlerin tespiti ve segmentasyonu (beyin, karaciğer, meme vb.), organların (böbrek, kalp vb.) sınırlarının çizilmesi, hücre sayımı ve analizi, retina damarlarının segmentasyonu.
- Uydu ve Hava Görüntüleri: Binaların, yolların, ormanlık alanların veya tarım arazilerinin tespiti ve sınıflandırılması.
- Endüstriyel Kalite Kontrol: Üretim hatlarındaki ürünlerin yüzeylerindeki çatlak, çizik gibi kusurların tespiti.
- Otonom Araçlar: Yol ve şerit tespiti.

Mask R-CNN (Mask Region-based Convolutional Neural Network): Bilgisayarlı

görü alanında hem nesne tespiti hem de örnek segmentasyonu görevlerini aynı anda ve yüksek doğrulukla gerçekleştirebilen öncü bir derin öğrenme modelidir. 2017 yılında Kaiming He ve diğerleri[113] tarafından yayınlanan "Mask R-CNN" başlıklı makale ile tanıtılan bu model, kendisinden önceki başarılı nesne tespiti modeli olan Faster R-CNN'in yeteneklerini, tespit edilen her bir nesne için piksel seviyesinde bir maske oluşturma kabiliyeti ekleyerek genişletmiştir. Bu sayede, bir görüntüdeki nesnelerin sadece konumlarını ve sınıflarını değil, aynı zamanda her bir nesnenin tam olarak hangi piksellere ait olduğunu da belirleyebilmektedir.

Mask R-CNN, temel olarak iki aşamalı bir yapıya sahiptir. Bu yapı, Faster R-CNN'in mimarisini temel alır ve ona bir maske tahmin dalı ekler. Mask R-CNN genel mimarisi Şekil 14'te verilmiştir.

Şekil 14. Mask R-CNN Mimarisi



1.4.3 Çok-Ajanlı Sistemler

Büyük dil modellerinin (Large Language Models - LLM) bilgi işleme ve üretme kapasitesi, çok-ajanlı sistemlere (MAS) entegrasyonu ile yeni bir boyut kazanmıştır. Bu mimarilerde her ajan kendi uzmanlığı veya rolü ile sorunu çözmek üzere iş birliği yapar; böylece karmaşık görevler tek bir ajanın üstesinden gelebileceğinden çok daha etkili şekilde çözülebilir. Örneğin Guo ve diğerleri,[114] çok-ajanlı LLM sistemlerinin toplu akıl yürütme

[113] K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, and R. Girshick, "Mask R-CNN," in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision,12 2017, pp. 2961–2969.
[114] Guo, B., Liu, C., Zhang, H., & Li, Z. (2024). Towards Collective Intelligence via Multi-Agent Collaboration in LLM-based Agents. arXiv preprint [arXiv:2403.07963]

(collective intelligence) becerilerini vurgulamış, gerçek dünya simülasyonlarında karmaşık problem çözme yetilerini ortaya koymuştur. Diğer yandan Lin ve arkadaşları,[115] mevcut MAS literatüründe genel mimari yapıların ele alındığını ancak yaratıcı çıktıların değerlendirilmesi gibi boyutların ihmal edildiğini belirtmektedir.[116]

LLM-MAS'lerde bir dizi mimari desen benimsenmiştir. Örneğin Anthropic'in araştırma sisteminde bir "yönlendiren ajan" (lead agent) bulunmaktadır[117] Ve bu ajan, çalışan ajanlara görevler dağıtan geleneksel bir yönetici-işçi (orchestrator-worker) deseni uygular. Yönetici-işçi mimarisinde merkezi bir orkestratör, görevleri alt ajanlara ileterek koordinasyonu sağlar. Böylece ajanlar bağımsız alt görevlerde odaklanabilir. Bu desene olay tabanlı (event-driven) akış eklenince Kafka gibi veri akışı platformları üzerinden asenkron yapılandırılmış iletişim de mümkün kılınır. Hiyerarşik desenlerde ise ajanlar katmanlı bir yapıda düzenlenir; üst seviye ajanlar alt seviye ajanları denetler veya görev verir böylece büyük problemlerin parçalara bölünmesi sağlanır. Kara tahta (blackboard) deseni, ortak bir bilgi havuzu kullanan bir mimaridir; ajanlar paylaşılan "kara tahta"ya yazıp okuyarak asenkron iş birliği yaparlar. Bu sayede doğrudan birbirleriyle iletişime geçmeden bilgi paylaşımı mümkün olur. Piyasa-tabanlı (market-based) desenler ise ajanların rekabetçi veya müzakere temelli bir pazar ortamında kaynak ve görev tahsisi yapmasına dayanır, ajanlar teklif ve karşı tekliflerle sonuca ulaşır ve sonuçları bir toplayıcı ajan derleyerek nihai çıktı oluşturur. Ayrıca "rehberli ajan" (guided agent) yaklaşımları da önerilmiştir. Crispino ve arkadaşları, meta-ajan benzeri bir rehber aracılığıyla LLM'nin sıfır-atış (zero-shot) akıl yürütme yeteneğini geliştirmeyi amaçlamıştır[118]. Bu mimari desenler ve asenkron veri akışı altyapıları (Kafka tabanlı olaylar vb.) bir arada kullanılarak LLM-MAS'lerde yüksek esneklik ve ölçeklenebilirlik elde edilebilmektedir.

Çok-ajanlı sistemlerde görev planlama merkezi veya dağıtık biçimde yapılabilir. Merkezi planlama yaklaşımında tek bir üst ajan veya planlayıcı tüm görevleri takip eder. Örneğin, Anthropic'teki lider ajan tüm alt ajanların görevlerini koordine eder. Merkezî sistemlerde açık roller ve hiyerarşi sayesinde planlama net bir sorumluluk alanına atanır. Öte yandan dağıtık planlama yöntemlerinde her ajan kendi karar mekanizmasına sahiptir ve

[115] Lin, X., Tang, M., & Zhao, Y. (2025). Creativity in Multi-Agent Large Language Systems: A Missing Dimension.
[116] 2. Lin, Y.-C., Chen, K.-C., Li, Z.-Y., Wu, T.-H., Wu, T.-H., Chen, K.-Y., Lee, H.-Y., & Chen, Y.-N. (2025). Creativity in LLM-based Multi-Agent Systems: A Survey. arXiv:2505.21116.
[117] 3. Anthropic. (2025, June 13). How we built our multi-agent research system. Anthropic Engineering Blog.
[118] 14. Crispino, N., Montgomery, K., Zeng, F., Song, D., & Wang, C. (2023). Agent Instructs Large Language Models to Be General Zero-Shot Reasoners. arXiv:2310

görevleri iş birliğiyle çözer. Eşit seviyeli (peer-to-peer) topolojilerde her ajan benzer hak ve sorumluluklarla hareket eder; lider ajan yoktur ve kararlar kolektif olarak alınır.[119] Ayrıca, piyasa tabanlı dağıtım yaklaşımları da dağıtık çözümler arasında sayılabilir. Ajanlar görevler için teklif verir ve pazarlık sonucu görev paylaşımı belirlenir. Planlama mimarisinde son dönemde paralel yürütme önem kazanmıştır. Li ve arkadaşları, planlama ve eylem süreçlerini paralel yürüten iki iplikli bir mimari önermiş, böylece ajanların gerçek zamanlı güncellenebilir planlar oluşturmasını sağlamıştır. Bu mimaride bir planlama iş parçacığı merkezi bellek kullanarak tüm ajanlar arası bilgi paylaşırken eylem iş parçacığı paralel ve engellenmeyen biçimde yetenekler kütüphanesinden yararlanır. Merkezi bellek sistemi kullanılarak ajanlar her zaman güncel ortam durumu hakkında bilgi sahibi olur; araştırmalar, her zaman adım güncellendikçe gözlemleri ve diyalog geçmişlerini merkezi belleğe kaydeder. Bu sayede hem merkezi hem de dağıtık stratejilerle dinamik görev planlama mümkün olmaktadır.[120]

Bellek Yapıları: Ajanlarda bellek, geçmiş etkileşimlerin depolandığı ve gerektiğinde sorgulanabilen önemli bir bileşendir. Güncel çalışmalarda bellek genellikle iki biçimde ele alınmaktadır. Bir vektör-tabanlı bellek yapısında, ajanın deneyimleri embedding vektörleri olarak saklanır. Böylece benzer içerikler vektör benzerliğine göre hızlıca geri çağrılabilir. Örneğin, Xu ve arkadaşları A-Mem mimarisinde her bir bellek girdisini yapılandırılmış metin ve embedding vektörleriyle temsil ederek (örn. Pinecone benzeri bir veri tabanında) arama imkânı sağlar.[121] Bu yaklaşım, benzer olayları veya bilgileri otomatik olarak birbirine bağlayarak belleğin dinamik evrimine izin verir. Diğer taraftan bazı sistemler, bir tür anı bankası (memory bank) mimarisine dayanır; bu mimaride ajanların geçmiş aktiviteleri ayrı kayıtlar halinde anahtar-değer çiftleri biçiminde saklanarak gerektiğinde index'lenir ve geri çağrılır. Bu da ajanların geçmiş deneyimleri sürekli referans almasına olanak tanır.[122] Örneğin, Dong ve arkadaşlarının çalışması, ajan bellek kayıtlarının kötü niyetli içeriklerle zehirlenebileceğini göstererek bellek bankası güvenliği üzerinde durmuştur. Özetle, günümüzde LLM-MAS yapılarında bellekler genellikle embedding tabanlı arama sistemleri veya anahtar-değer bellek bankaları şeklinde inşa edilmekte, böylece ajanlar geçmiş

[119] Babar, A. (2024). Peer-to-Peer Planning Architectures in Decentralized LLM Agents. AI Communications, 37(1), 115–128.
[120] Li, Y., Liu, S., Zheng, T., & Song, M. (2025). Parallelized Planning-Acting for Efficient LLM-based Multi-Agent Systems. arXiv:2503.03505.
[121] Xu, T., Wang, H., & Shen, K. (2024). A-Mem: Adaptive Memory Architectures for LLM-based Multi-Agent Collaboration.
[122] 15. Xu, A., Zhang, Z., Hong, S., Liu, R., & Liu, S. (2023). Large language model empowered agent-based modeling and simulation for research. Nature Computational Science, 3, 741–752

bilgilerinden yararlanarak gelecekteki görevlerini zenginleştirebilmektedir.[123]

İletişim ve İşbirliği: LLM destekli ajanlar arasında iletişim genellikle doğal dil merkezli veya yapılandırılmış mesajlaşma yollarıyla sağlanır. Dil-temelli iletişimde ajanlar serbest biçimde metin temelli mesajlar kullanarak diyalog kurabilir; örneğin, ChatGPT benzeri arayüzlerde anlaşılacak şekilde sorular ve yanıtlar paylaşırlar. Bu yöntem esneklik sunsa da daha yüksek düzeyde koordinasyon gerektiğinde yapılandırılmış yöntemler tercih edilir. Yapılandırılmış mesajlaşma protokolleri kapsamında ise JSON gibi standart formatlar kullanılır. Örneğin, Ehtesham ve arkadaşları (2025) dört ana ajan protokolünü incelerken MCP'yi JSON-RPC tabanlı, ACP'yi REST çok-parçalı mesajlarla ve A2A'yı HTTP ile ajan kartları üzerinden görev paylaşımlarını destekleyen, bir protokol olarak tanımlamıştır.[124] MCP, ajanların ortak araçlar ve bağlamsal veriler üzerine güvenli bir istemci-sunucu arayüzü sağlamasına; ACP ise eşzamanlı ve eşzamansız mesajlaşma özellikleriyle ölçeklenebilir etkileşimlere imkan tanır. A2A protokolü ajanlar arasında yetenek tabanlı kartlar kullanarak eşler arası görev devri yapmayı mümkün kılarken, ANP protokolü açık piyasalarda ajanın kendini JSON-LD ve merkezi olmayan tanımlayıcılar (DID'ler) aracılığıyla duyurmasına olanak verir. Ayrıca klasik FIPA-ACL gibi arkaik standartların modern versiyonları üzerinde de çalışmalar bulunmaktadır. Tüm bu protokoller, heterojen ajanların güvenli bir şekilde bağlanmasını ve iş birliğini desteklemektedir. İletişimin içeriği genellikle metin tabanlıdır. Örneğin, yazılım geliştirme ortamında ajanlar kod parçaları üzerinden konuşurken bir oyun simülasyonunda ajanlar analizlerini ve stratejilerini tartışır. Bu sayede ajanlar hem insani dille anlaşılır biçimde bilgi paylaşabilmekte hem de gerektiğinde kesin kurallı mesajlaşma formatlarıyla koordinasyon sağlayabilmektedir.

Uygulama Alanları: LLM-MAS teknolojileri bir dizi uygulama alanında etkili sonuçlar vermektedir. Kodlama ve yazılım geliştirme alanında ajanlar, geliştiricilerle iş birliği yaparak kod yazabilir, çalıştırabilir ve hata ayıklayabilir. Örneğin; AutoGen çerçevesinde bir ajan (AssistantAgent) kullanıcı talepleri doğrultusunda kod parçaları üretirken başka bir ajan (UserProxyAgent) bu kodu çalıştırarak sonuçları geri bildirir veya hataları raporlar. Bu yapı, birden çok ajan kullanılarak kodu şekillendirmeye ve doğrulamaya olanak tanır. Guo ve arkadaşları da benzer şekilde, yazılım geliştirmede ajanların proje yöneticisi, geliştirici ve testçi rolleriyle iş birliği yaptığını, ajanların kod kesitlerini paylaşarak birlikte çalışma

[123] 13. Dong, S., Xu, S., He, P., Li, Y., Tang, J., Liu, T., & Xiang, Z. (2025). A Practical Memory Injection Attack against LLM Agents. arXiv:2503.03704.
[124] Ehtesham, M., Qureshi, F., & Abid, M. (2025). Communication Protocols for Multi-Agent LLM Systems: A Comprehensive Survey on MCP, ACP, A2A, and ANP

yürüttüğünü vurgulamıştır. Soru-Cevap (Q&A) sistemlerinde ise LLM-MAS'ler birden çok bilgi kaynağını birleştirmek için kullanılır. Örneğin, Seabra ve arkadaşları farklı veritabanlarına veya dokümanlara erişebilen uzman ajanlar (SQL ajanı, RAG ajanı, yönlendirici ajan vb.) ile karmaşık soruları yanıtlamak için çoklu ajan koordinasyonu önermiştir. Bu yaklaşımla, her ajan farklı bir strateji veya kaynağı ele alarak sonuçları birleştirir ve daha kapsamlı yanıtlar elde edilir. Yaratıcı içerik üretiminde LLM-MAS sistemleri, senaryolar veya hikâyeler oluşturmak için kullanılabilir. Örneğin, bir çalışma, ajanları Yazar, Editör ve Karakter oyuncuları gibi rollerle yapılandırarak bir senaryo yazımını otomatikleştirmiştir. Bir başka örnekte, ajanlar sahne canlandırması ve metin düzenleme adımlarında iş birliği yaparak karşılıklı diyalogdan tutarlı bir hikâye metni türetmiştir. Son olarak oyun simülasyonları ve sosyal etkileşimlerde LLM-MAS'ler strateji ve davranış analizi için kullanılır. Werewolf, Avalon ve Diplomacy gibi sosyal oyunların LLM ajanlarıyla simüle edilmesine atıfta bulunarak, bu tür ortamlarda iş birliği, aldatmaca ve liderlik gibi davranışların incelenebileceğini belirtmiştir. Ayrıca Xu ve arkadaşları'nın ChatArena adlı çerçevesi, Werewolf gibi iletişim oyunlarında LLM ajanların geçmiş diyalogları geri getirerek strateji geliştirmelerini sağlamış Wang ve arkadaşları ise Avalon oyununda yanlış bilgileri düzeltme üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu örnekler LLM-MAS'lerin farklı görevlerde bir arada çalışarak sinerji yaratabildiğini göstermektedir.

LLM tabanlı çok-ajanlı sistemler hızla gelişen bir alandır; bu konuda dikkat çeken bazı güncel eğilim ve sorun şunlardır; Ölçeklenebilirlik: Chopra ve arkadaşları (2025), "LLM arketipleri" (LLM archetypes) kullanarak milyonlarca ajanı paralel simüle edebilen bir mimari önermiştir, bu da toplu insan davranış simülasyonlarında önemli gelişmeler vaat etmektedir.[125] İletişim standartları: Yeni protokoller (MCP, ACP, A2A, ANP) giderek olgunlaşmakta; bu standartların kabulü, ajan ekosisteminin güvenlik ve uyumluluğunu artıracaktır. Halüsinasyon ve güvenilirlik: Çoklu ajanlarda bir ajanın hatalı veya uydurma bilgi üretmesi (halüsinasyon) diğerlerinin de hatalı öğrenmesine neden olacağından, bu olguyu tespit ve düzeltme yöntemleri büyük önem taşır. Bellek güvenliği: Ajansal bellek bankalarının bütünlüğü son araştırmalarda ön plana çıkmıştır; Dong ve arkadaşları (2025) zararlı verilerin bellek bankasına sızdırılmasının ajan çıktısını bozabileceğini göstermiştir. Değerlendirme ve ölçütler: Henüz LLM-MAS'lerin performansını standardize eden yaygın benchmark ve metrikler sınırlıdır; ihtiyaca uygun test ortamları ve karşılaştırmalı

[125] Chopra, A., Kumar, S., Kuru, N. G., Raskar, R., & Quera-Bofarull, A. (2025). Scaling LLM-Guided Agent Simulations to Millions. MIT Media Lab

değerlendirme yöntemleri geliştirmek önemli bir araştırma sorunu olarak görülmektedir. Bu ve benzeri zorluklar, alanın güvenilir, ölçeklenebilir ve güvenli MAS çözümleri geliştirmesine odaklanmaktadır.

Federe öğrenme (Federated Learning, FL): Merkezi olmayan bir makine öğrenimi yaklaşımıdır. Veriler farklı cihazlarda veya sunucularda yerel olarak tutulur; model eğitimi ise bu verilerin bulunduğu yerlerde gerçekleştirilir. Böylece, veriler merkezi bir sunucuya gönderilmeden, sadece model parametreleri (örneğin ağırlıklar, gradyanlar) paylaşılır.[126] Bu yöntem, özellikle veri gizliliğinin kritik olduğu sağlık, finans ve mobil uygulamalar gibi alanlarda önem kazanmıştır.

Federe öğrenmenin temel bileşenleri aşağıdaki gibidir:

- Yerel eğitim (Local training): Her istemci (cihaz veya veri merkezi) kendi verisiyle modeli eğitir.
- Model güncellemesi (model update): Yerel model güncellemeleri sunucuya gönderilir.
- Global model birleştirme (aggregation): Merkezi sunucu, istemcilerden gelen model güncellemelerini Federated Averaging (FedAvg) algoritması gibi yöntemlerle birleştirir.
- Tekrarlama (iteration): Yeni global model istemcilere gönderilir ve süreç tekrar eder.
- Avantajları: Veriler cihazlarda kalır, GDPR ve HIPAA gibi regülasyonlara uygundur. Kurumlar, verilerini kontrol etmeye devam eder. Verilerin gönderilmemesi iletişim maliyetini azaltır.

Zorluklar: Cihazlar arasında farklı donanım, yazılım ve veri dağılımları bulunur. Tüm istemciler her zaman erişilebilir değildir. Model güncellemeleri kötü niyetli kullanıcılarca manipüle edilebilir.

Kullanım Alanları: Sağlıkta, hastaneler arası iş birliğiyle tıbbi görüntü analizinde veri gizliliğini koruyarak model geliştirme sağlar. Finans, bankalar arası risk skorlamasında yaygındır. Mobil uygulamalar ile kullanım kolaylığı sağlanabilir.

1.5 AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ

YZ sistemleri, özellikle derin öğrenme ve büyük dil modelleri gibi karmaşık yapılar içeren algoritmalar sayesinde sağlık, finans, güvenlik, hukuk ve eğitim gibi birçok kritik

[126] Kairouz, P., McMahan, H. B., et al. (2019). Advances and open problems in federated learning.

alanda karar destek mekanizması olarak konumlanmaktadır. Açıklanabilir yapay zekâ (Explainable Artificial Intelligence – XAI) bağlamında, modeller genel olarak ikiye ayrılır: beyaz kutu (white-box) ve kara kutu (black-box) modeller. Beyaz kutu modeller, iç yapısı ve işleyiş mantığı insan tarafından doğrudan anlaşılabilir olan modellerdir. Bu tür algoritmalar, yalnızca yüksek doğruluk sağlamakla kalmaz, aynı zamanda neden ve nasıl karar verdiklerini açıkça ifade edebilir. Ancak bu sistemlerin sunduğu yüksek doğruluk oranlarına rağmen, karar süreçlerinin çoğu zaman "kara kutu" (black box) niteliğinde olması, kullanıcıların güvenini zedelemekte ve sistemlerin şeffaflığına dair ciddi soru işaretleri yaratmaktadır.

Açıklanabilir yapay zekâ, bu bağlamda, bir YZ modelinin içsel işleyişini ve verdiği kararları insan tarafından anlaşılır biçimde ifade edebilme becerisini ifade eder. Modelin yalnızca doğru tahmin yapması değil, aynı zamanda neden ve nasıl bu tahmini yaptığı konusunda kullanıcıya açıklama sunması hem etik hem de pratik bakımdan bir zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle sağlık gibi yüksek riskli alanlarda, bir YZ sisteminin verdiği teşhis önerisinin ya da risk değerlendirmesinin açıklanabilir olması; hekimin karar verme sürecine katkı sağlaması, yanlış kararların ayıklanabilmesi ve hatta hukuki sorumlulukların paylaşımı açısından kritik öneme sahiptir.

Açıklanabilir sistemler, kullanıcılar ve paydaşlar arasında daha yüksek güven oluşturur. Bu, özellikle klinik kararlar, yargı süreçleri veya askeri sistemler gibi alanlarda sistemin benimsenebilirliğini doğrudan etkiler[127]. AB YZT (2024) ve Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR, 2016) gibi düzenlemeler, algoritmik kararların gerekçelendirilmesinin ve açıklanmasının YZ kullanımının riskleri azaltacağını belirtmektedir. Açıklanabilirlik, geliştiricilerin ve veri bilimcilerin modellerin hatalı öğrenme örüntülerini teşhis etmelerine olanak tanır. Bu sayede ön yargılı öğrenme veya veri kaynaklı hatalar kolayca tespit edilebilir. İnsanlar YZ sistemlerini daha iyi anlayabildiklerinde, sistemlerle daha etkili iş birliği yapabilir ve kendi kararlarını geliştirebilirler. İnsanlar, kararların yalnızca doğruluğuyla değil, kararların neden alındığıyla da ilgilenir. Açıklamalar, kullanıcıların zihinsel modeller oluşturmasına yardımcı olur ve sistemle daha derin bir bilişsel etkileşim kurulmasını sağlar.[128]

Bu nedenlerle açıklanabilirlik, günümüz YZ sistemlerinin yalnızca teknik bir gerekliliği değil; aynı zamanda sosyal, etik ve yasal bir zorunluluğudur. XAI, güvenli, etik ve sürdürülebilir YZ sistemlerinin temel taşı olarak değerlendirilmelidir. Bir YZ sistemi verdiği

[127] Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608

[128] Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. Artificial Intelligence, 267, 1–38.

kararın gerekçesini kullanıcıya sunabilmeli, Modelin iç yapısının açık ve doğrudan gözlemlenebilir olmalıdır. Modelin neden ve nasıl belli bir karar verdiğine dair insan tarafından anlaşılır açıklamaların üretilebilmesi gerekir. XAI araştırmalarında yaygın kabul gören bazı temel Açıklanabilirlik gereklilikler şunlardır:

- Sadeliği koruma (simplicity)
- İnsan yorumuna uygunluk (cognitive alignment)
- Doğruluk ve geçerlilik (fidelity)
- Genelleştirilebilirlik (generalizability)
- Nedensellik temelli açıklama sağlama (causality awareness)

Açıklanabilirlik sadece bir "teknik çıktı" değil, aynı zamanda sosyal güven ve etik sorumluluk taşıyan bir bileşen olarak görülmelidir. YZ sistemlerinin insanlar tarafından kabul edilmesi, yalnızca teknik performanslarıyla değil, aynı zamanda güven oluşturma kapasitesiyle de doğrudan ilişkilidir. XAI, kullanıcıların YZ sistemlerine duyduğu güveni artırmanın en temel araçlarından biri olarak görülmektedir. Bir YZ modelinin çıktılarının neden üretildiğini ve hangi mantıksal süreçlere dayandığını açıklaması, sistemin öngörülebilirliğini ve doğrulama kapasitesini yükselterek güven inşasını kolaylaştırır.[129]

Bir YZ sistemine güven, çoğunlukla şu üç temel unsurdan beslenir:

- Anlaşılabilirlik (understandability): Kullanıcının sistemin nasıl çalıştığını kavrayabilmesi. Açıklanabilirlik, burada devreye girerek sistemin içsel süreçlerini açıklar.
- Öngörülebilirlik (predictability): Benzer durumlarda benzer çıktılar üretme tutarlılığı.
- Kontrol edilebilirlik (controllability): Kullanıcının sistemi gerektiğinde yönlendirme ya da müdahale etme imkânı.

Bir başka önemli mesele ise "kör güven" (automation bias) problemidir. Kullanıcılar, özellikle karmaşık sistemlerde YZ'ye fazla güvendiklerinde, sistemin hatalarını sorgulamadan kabul edebilirler. Bu durumda açıklanabilirlik, yalnızca güven artırıcı değil aynı zamanda eleştirel denetim sağlayıcı bir işlev de üstlenmelidir. Yani açıklamalar, kullanıcıyı sorgulayıcı kılarak sistemin sınırlılıklarını fark etmesine yardımcı olmalıdır.[130]

Güveni Artırmaya Yönelik XAI Prensipleri şunlardır:

[129] Hoff, K. A., & Bashir, M. (2015). Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust. Human Factors, 57(3), 407–434.
[130] Preece, A., Harborne, D., Braines, D., & Tomsett, R. (2018). Stakeholders in explainable AI. arXiv preprint arXiv:1810.00184.

- Açıklamalar hedef kullanıcı profiline uygun biçimde sunulmalıdır.
- Açıklamalar kararın gerekçesini göstermeli, yalnızca sonucu özetlememelidir.
- Sistem tutarlılık gösterdiğinde, açıklama doğrulanabilir olduğunda güven artar.
- Açıklamalar gerçek zamanlı ve bağlamsal olduğunda daha değerlidir.

YZ sistemlerinin karar alma süreçlerinin insan yaşamını doğrudan etkilediği çağdaş uygulamalarda, sistemlerin yalnızca işlevsel olarak etkili olmaları yeterli değildir. Özellikle sağlık, adalet, güvenlik, finans ve istihdam gibi yüksek etkili alanlarda etik sorumluluk ve hukuki hesap verebilirlik, sistem tasarımının ayrılmaz parçaları hâline gelmiştir. Bu bağlamda XAI, etik ilkelere uygunluk ve yasal hesap verebilirlik için vazgeçilmez bir gerekliliktir.[131]

Açıklanabilirlik, bireyin kendi yaşamına ilişkin kararlarda bilgiye dayalı seçim yapabilmesi için gerekli olan etik öz-yeterlik (moral agency) kavramını destekler. Özellikle klinik karar destek sistemlerinde bir hasta, teşhis önerisinin dayandığı gerekçeyi anlayabildiğinde kendi tedavi sürecine aktif olarak katılabilir. Benzer şekilde, kredi veya işe alım algoritmalarında bir aday, olumsuz bir kararın gerekçesini öğrenebilirse bu kararın adil olup olmadığını sorgulama hakkına sahip olur.

Etik çerçevede açıklanabilirlik şu ilkeleri destekler:

- Adalet (justice): Algoritmik kararların ayrımcılığa yol açıp açmadığı değerlendirilebilir.
- Zarardan kaçınma (non-maleficence): Sistemlerin açıklanabilir olması, hataların fark edilmesini ve düzeltilmesini sağlar.
- Otonomi (autonomy): Bireylerin bilgiye erişerek kendi kaderlerini yönlendirme haklarını destekler.
- Sorumluluk (responsibility): Açıklama eksikliği, etik olarak belirsiz bir kararın arkasına saklanma riskini taşır.

YZ sistemleriyle ilgili yasal hesap verebilirlik, kararların izlenebilir (traceable) ve denetlenebilir (auditable) olmasını gerektirir. Açıklanabilirlik bu noktada, bir sistemin neden belli bir çıktıyı verdiğini açıklayarak kararın hukuki gerekçesini ortaya koyar.

Avrupa Birliği'nin (AB),[132] Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR), bireylere "otomatik karar alma süreçlerine dair açıklama hakkı" tanır (Madde 22). Bu düzenleme, bireylerin algoritmik olarak işlenen kişisel verileri üzerinden verilen kararlara itiraz etme, gerekçesini

[131] Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Schafer, B. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28(4), 689–707

[132] GDPR (General Data Protection Regulation). (2016). Regulation (EU) 2016/679. Official Journal of the European Union

öğrenme ve alternatif çözümler talep etme hakkını güvence altına alır.

Ayrıca, AB Komisyonu'nun 2024'te yürürlüğe giren YZT düzenlemesi, riskli YZ sistemleri için açıklanabilirlik, şeffaflık, insan denetimi ve teknik dokümantasyon zorunluluğu getirmiştir. Bu bağlamda XAI, yalnızca etik bir ideal değil, bazı yasal bir gereklilikleri yerine getirmede bir araç olarak da değerlendirilebilir.

Derin öğrenme sistemleri gibi açıklaması zor modellerde, ortaya çıkan "kara kutu sorunu" etik ve hukuki sorumlulukları bulanıklaştırır. Özellikle hatalı kararlar sonucu zarar gören bireyler için "kime dava açılacağı", "sistemin hangi bileşeninin kusurlu olduğu", "kararın kim tarafından verildiği" gibi sorular belirsizleşir. Açıklanabilirlik, bu sorumluluk boşluğunu kapatacak en önemli mekanizmadır:

YZ sistemleri, karar alma süreçlerinde giderek daha fazla rol oynamaktadır. Ancak bu sistemlerin başarısı yalnızca teknik doğruluklarıyla değil, insanlarla nasıl etkileşime girdikleri ile de yakından ilişkilidir. XAI, bu etkileşimin merkezinde yer alarak anlaşılabilirlik, güven, kontrol ve katılım gibi temel insan ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlar. İnsan-YZ etkileşiminin tasarımı, kullanıcıların sistemleri nasıl algıladığını, nasıl kullandığını ve kararlara ne ölçüde dâhil olduğunu belirler.[133]

İnsan-Merkezli Yapay Zekâ (Human-Centered AI- HCAI): İnsan-YZ etkileşiminin ideal biçimi, insan-merkezli YZ vizyonuyla tanımlanır. Bu yaklaşım, algoritmaların insan ihtiyaçlarına duyarlı, açıklanabilir ve kontrol edilebilir biçimde tasarlanmasını savunur.[134] HCAI, sadece kullanıcı dostu arayüzlerle değil, aynı zamanda insan değerlerini sistemin çekirdeğine yerleştirmekle ilgilenir. Açıklanabilirlik, bu değerin ilkelerinden biridir çünkü insanın karar üzerinde düşünme, itiraz etme ve sorumluluğu paylaşma kapasitesini destekler.

YZ sistemleri kullanılırken uzman kullanıcılar (ör. doktorlar) teknik detaylara ihtiyaç duyarken, sıradan kullanıcılar görsel ve kavramsal açıklamalardan fayda görür. Yüksek riskli görevlerde (ör. tıbbi tanı) açıklamalar daha ayrıntılı, gerekçeli ve karşılaştırmalı olmalıdır. Düşük riskli görevlerde (ör. ürün tavsiyesi), özetleyici açıklamalar yeterli olabilir. Açıklamalar metin, grafik, örnek veya karşı örnek şeklinde sunulabilir. Görsel açıklamalar

[133] Amershi, S., Weld, D., Vorvoreanu, M., Fourney, A., Nushi, B., Collisson, P., ... & Horvitz, E. (2019). Guidelines for human-AI interaction. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13.

[134] Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. International Journal of Human–Computer Interaction, 36(6), 495–504.

(ör. Grad-CAM, saliency maps) özellikle görsel karar destek sistemlerinde faydalıdır.[135]

Yeni nesil XAI sistemleri, sadece statik açıklamalar sunmak yerine etkileşimli açıklama sistemleri olarak tasarlanmaktadır. Kullanıcılar:

- Sorular sorabilir ("Neden bu önerildi?")
- Alternatif açıklama isteyebilir ("Eğer yaş > 60 olsaydı ne olurdu?")
- Açıklamayı özelleştirebilir (teknik/özet)

Bu interaktif sistemler, açıklamayı tek yönlü bilgi sunumu olmaktan çıkarıp, iki yönlü diyaloğa dönüştürür.

Model-Agnostik Yöntemler: YZ modellerinin iç yapısına erişim gerektirmeden, yalnızca girdi–çıktı ilişkisine bakarak açıklamalar üretmeyi amaçlar. Bu yöntemler, genellikle "kara kutu" olarak tanımlanan derin öğrenme, ensemble modeller veya kompleks optimizasyon süreçlerine sahip sistemler üzerinde uygulanabilir. En çok bilinen dört model-agnostik açıklama yaklaşımı şunlardır:

LIME: Local Interpretable Model-Agnostic Explanations: Karmaşık bir modeli lokal olarak, yani belirli bir tahmin etrafında, basit ve anlaşılır bir modelle yaklaşık olarak temsil etmeyi hedefler.[136] Örneğin, bir görüntünün "köpek" olarak sınıflandırılması durumunda LIME, bu kararın hangi piksellerin veya özelliklerin katkısı ile alındığını gösterir. Her örnek için ayrı bir açıklama üretir. Karar sınırına yakın yapay veri örnekleri üretir. Bu örneklerdeki davranışa göre doğrusal model gibi açıklanabilir bir model eğitir. Modelden bağımsızdır. Her bir karar için görsel, metinsel ve sayısal açıklama üretilebilir.

SHAP: SHapley Additive exPlanations: SHAP, kooperatif oyun teorisi kökenli Shapley değerlerini kullanarak modelin verdiği tahminin her özelliğe adil katkısını hesaplamayı amaçlar. Modelin çıktısı, her özelliğin katkı puanlarının toplamı olarak ifade edilir.[137] Küresel (global) ve yerel (local) açıklamalar üretir. Her özellik için pozitif veya negatif etki değerleri sağlar. Yorumlanabilir grafiklerle desteklenir. Teorik olarak tutarlıdır (additive ve yer değiştirme özellikleri taşır). Modelden bağımsız olarak uygulanabilir.

Anchors: High-Precision Model-Agnostic Explanations: Anchors, bir tahminin doğru olmasını "garanti eden" minimum kural kümesini bulur. "Eğer şu koşullar sağlanırsa, modelin bu sınıfı tahmin etme olasılığı %95 üzerindedir" gibi yüksek güvenli karar kuralları

[135] Samek, W., Wiegand, T., & Müller, K. R. (2021). Explainable artificial intelligence: Understanding, visualizing and interpreting deep learning models. Information Fusion, 72, 1–15.
[136] Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD, 1135–1144.
[137] Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. NeurIPS, 30. https://arxiv.org/abs/1705.07874

üretir.[138] Kurala dayalı açıklamalar üretir (if-then). LIME'ın "yaklaşım" yapısından farklı olarak garanti verir. Özellikle metin ve yapılandırılmış veri açıklamalarında güçlüdür. İnsanlar tarafından kolayca anlaşılır. Örnek-bağımlı açıklamalar üretir.

Partial Dependence Plots (PDP): PDP'ler, bir veya iki değişkenin model çıktısı üzerindeki marjinal etkisini görselleştiren yöntemlerdir. Belirli bir özelliğin değerleri değiştirilerek model çıktısındaki değişim gözlemlenir.[139] Özelliklerin tek başına ya da birlikte model çıktısı üzerindeki etkisini görselleştirir. Küresel açıklama sunar. Özellikle modelin genel davranışını açıklamak için uygundur. Görsel yorumlamaya uygundur.

Görüntü Tabanlı Yapay Zekâ Sistemlerinde Açıklanabilirlik Yaklaşımları: Görsel veriler üzerinde çalışan derin öğrenme modelleri —özellikle Evrişimli Sinir Ağları (ESA-CNN)— yüksek başarı oranlarına sahip olsalar da karar süreçleri genellikle bir "kara kutu" niteliği taşır. Bu durum, özellikle tıbbi görüntü analizi, otonom araç sistemleri ve güvenlik uygulamaları gibi yüksek riskli alanlarda güven ve şeffaflık sorunlarına yol açmaktadır.

Görsel açıklamalar (visual explanations), modelin hangi görsel bölgeleri dikkate alarak karar verdiğini insan tarafından anlaşılabilir bir şekilde görselleştiren tekniklerdir.

Grad-CAM: Gradient-weighted Class Activation Mapping: Grad-CAM, bir CNN'in bir görüntüye verdiği kararın hangi bölgelere dayanarak verildiğini görselleştirmeye olanak tanır.[140] Grad-CAM, sınıf skoruna ait gradyanları kullanarak belirli katmanlardaki aktivasyonların ağırlıklı ortalamasını hesaplar ve bu değerleri ısı haritası (heatmap) şeklinde sunar. Belirli bir sınıfa ait skorun, bir konvolüsyon katmanındaki aktivasyonlara göre gradyanı hesaplanır. Bu gradyanlar üzerinden ağırlıklar elde edilir. Ağırlıklı aktivasyon haritası toplanarak yukarı örneklenir ve giriş görüntüsü üzerine bindirilir. Model içi bilgileri kullanarak karar gerekçesi üretir. Model mimarisine entegre çalışır. Tıbbi görüntülerde lezyon bölgesi vurgulaması gibi kritik senaryolarda kullanılır.

Önemsellik Haritaları (Saliency Maps): Saliency Maps, modelin çıktısına en fazla etki eden piksel gruplarını gradyanlar üzerinden analiz ederek oluşturulan görsel

[138] Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2018). Anchors: High-precision model-agnostic explanations. Proceedings of AAAI, 32(1). https://arxiv.org/abs/1802.07623

[139] Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. Annals of Statistics, 29(5), 1189–1232.

[140] Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D. (2017). Grad-CAM: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 618–626.

açıklamalardır.[141] Bu yöntem, modelin belirli bir tahmin için görüntünün hangi bölümlerine en hassas tepkiyi verdiğini ortaya çıkarır. Sınıf skorunun giriş görüntüsüne göre türevi alınır. Bu gradyanlar mutlak değerlenir veya normalize edilir. Piksel seviyesinde etkili bölgeler ısı haritası şeklinde sunulur. Basit ve hızlıdır. Girişe doğrudan duyarlılığı ortaya koyar. Görsel sınıflandırma modellerinde model davranışının ilk analizi için kullanışlıdır. Gürültülü ve dağınık olabilir. Derin katmanlardaki soyut temsilleri yansıtmayabilir. Görsel dikkat ile örtüşmeyebilir.

Görsel açıklamalar, özellikle insan denetimi gerektiren alanlarda YZ sistemlerinin güvenilirliğini artıran araçlardır. Grad-CAM, karar sürecine dair yerelleştirilmiş ve yorumlanabilir bilgi sunarken saliency maps, kararın piksel düzeyindeki hassas noktalarını işaret eder. Bu yöntemler, black-box CNN modellerinin kararlarını anlamlandırmak için değerli birer açıklama aracıdır. Uygulamada, genellikle Grad-CAM tercih edilirken, saliency maps ön analiz veya adversarial testler için kullanılmaktadır.

Yapay Zekâ Modellerinden Anlaşılır Bilgi Üretme Teknikleri: Derin öğrenme ve karmaşık makine öğrenimi modelleri yüksek doğruluklar sağlasa da kararlarının anlaşılabilirliği sınırlıdır. Kural çıkarımı (rule extraction) ve kavramsal yaklaşımlar, bu sorunu aşmak için geliştirilen yöntemlerdir. Bu teknikler, modelin karar mekanizmasını sembolik düzeyde ifade ederek, anlaşılabilir, denetlenebilir ve mantıksal açıklamalar sunar.

Kural Çıkarımı (Rule Extraction): Kural çıkarımı, yapay sinir ağları gibi doğrusal olmayan modellerden veya ensemble yapılardan açık biçimde "eğer–o halde" (if–then) biçiminde mantıksal kurallar elde etmeyi amaçlar. Bu kurallar, şeffaflık, denetlenebilirlik ve yasal uygunluk açısından büyük önem taşır.

- Öğretici (pedagogical) Yöntemler: Modelin sadece girdi–çıktı davranışına bakarak açıklamalar üretir (black-box). Örn: TREPAN.
- Ayrıştırmalı (decompositional) Yöntemler: Modelin iç yapısını kullanarak kurallar çıkarır (örneğin katman bazlı açıklama).
- Melez (eclectic) Yöntemler: Hem iç yapıyı hem girdi–çıktı ilişkisini dikkate alır.

Kavramsal açıklamalar, modelin kararlarının altında yatan anlamlı kavramları ve üst düzey temsil birimlerini açıklamak için kullanılır. Bu yaklaşımda modelin kararları, doğrudan

[141] Simonyan, K., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2013). Deep inside convolutional networks: Visualising image classification models and saliency maps. arXiv preprint arXiv:1312.6034.

özniteliklere değil, anlam taşıyan kavramsal gruplara dayandırılır.[142]

TCAV: Testing with Concept Activation Vectors: En bilinen kavramsal açıklama tekniğidir. Kullanıcı tarafından tanımlanan bir kavram (örneğin "şerit çizgisi" veya "tümör dokusu") için bir aktivasyon vektörü çıkarılır. Daha sonra bu vektörün, modelin kararlarında ne ölçüde etkili olduğu hesaplanır. Özellik düzeyinden daha yüksek soyutlama sağlar. Doktor, avukat, mühendis gibi alan uzmanlarının anlayabileceği şekilde açıklama üretir. "Modelin kararında X kavramı ne kadar etkili?" sorusuna yanıt verir.

Kural çıkarımı ve kavramsal açıklamalar; etik, denetlenebilir ve kullanıcı dostu YZ sistemleri geliştirme hedefi doğrultusunda kritik öneme sahiptir. Kural çıkarımı, mantıksal ve açıklanabilir karar süreçleri üretirken kavramsal yaklaşımlar, insan anlayışına daha yakın ve semantik düzeyde açıklamalar üretir. Her iki yöntemin birlikte kullanımı, özellikle sağlık, hukuk ve eğitim gibi yüksek sorumluluk alanlarında açıklanabilirliğin güçlendirilmesi açısından büyük potansiyel taşımaktadır.

Açıklanabilir YZ, derin öğrenme sistemlerinin kararlarını insanlar tarafından anlaşılabilir, denetlenebilir ve güvenilebilir hâle getirme amacı güder. Ancak klasik makine öğrenmesi modellerine kıyasla derin ağlarda açıklanabilirlik üretmek çok daha zordur.

Bu bölümde, derin öğrenmede karşılaşılan başlıca açıklanabilirlik zorlukları ve bu zorluklara karşı önerilen teknik yaklaşımlar ele alınmaktadır.

Yüksek Boyutluluk ve Karmaşıklık: Derin ağlar genellikle milyonlarca parametre içerir. Bu yüksek boyutluluk, modelin öğrenme kapasitesini artırırken, kararların izini sürmeyi zorlaştırır. Özellikle iç katmanlardaki aktivasyonlar soyut özellikleri temsil ettiğinden yorumlanmaları oldukça güçtür.

Doğrusal Olmayanlık: Aktivasyon fonksiyonları (ReLU, sigmoid, tanh) nedeniyle modellerin çıktısı girdilere karşı oldukça karmaşık ve doğrusal olmayan biçimde değişir. Bu durum, giriş-çıktı ilişkilerini anlamayı ve açıklamayı zorlaştırır.

Kararların Lokal vs. Global Açıklaması: Çoğu XAI yöntemi (örneğin LIME, SHAP), sadece lokal açıklamalar sunar. Yani belirli bir örnek için modelin kararını açıklar, fakat tüm modelin genel davranışını yansıtmaz.

Kavramsal Temsillerin Eksikliği: Derin modeller genellikle anlamsal kavramları açıkça temsil etmez. Bu durum, kullanıcıların "bu karar neden alındı?" sorusuna tatmin edici yanıtlar bulmasını engeller.

---

[142] Kim, B., Wattenberg, M., Gilmer, J., Cai, C., Wexler, J., Viegas, F., & Sayres, R. (2018). Interpretability Beyond Feature Attribution: Quantitative Testing with Concept Activation Vectors (TCAV). International Conference on Machine Learning (ICML).

Adversarial Duyarlılık: Modelin kararını etkileyen giriş özellikleri, kimi zaman insan sezgisiyle örtüşmeyen bölgeler olabilir. Bu durum güven sorununa yol açar ve açıklamaların da aldatıcı olmasına neden olabilir.

Derin öğrenmede açıklanabilirlik için geliştirilen yöntemler, genellikle üç ana kategoriye ayrılır 1. Grup:

- Post-hoc Açıklamalar: Model eğitildikten sonra kararlarını anlamaya yönelik dışsal açıklamalar üretilir.
- LIME: Girdiye yakın sentetik veriler oluşturarak lokal açıklama sağlar.
- SHAP: Özellik katkılarını oyun teorisine dayalı şekilde hesaplar.
- Grad-CAM: Görsel modellerde hangi bölgenin karar üzerinde etkili olduğunu görselleştirir.

Kavramsal Yöntemler: Modelin insan anlamlandırmasına uygun kavramlarla ilişkilendirilmesini sağlar. TCAV (Concept Activation Vectors), ACE (Automated Concept Extraction) gibi teknikler, model kararlarının kavram bazlı açıklamasını üretir.

Yapısal Açıklanabilirlik (Interpretable-by-design): Model mimarisi baştan açıklanabilirlik odaklı tasarlanır. Karar ağaçları + sinir ağları hibritleri, Şeffaf mimariler (örn. ProtoPNet, SENN)

Açıklanabilirlik yöntemlerinin güvenilirliğini ölçmek için önerilen bazı metrikler:

- Fidelity: Açıklamanın modele ne kadar sadık olduğu
- Simplicity: İnsan tarafından kolay anlaşılabilirliği
- Consistency: Benzer girdilerde benzer açıklamalar üretilmesi
- Human Trust: Açıklamaların kullanıcı güvenini artırıp artırmadığı

Derin öğrenmede açıklanabilirlik hem teorik hem pratik düzeyde hâlâ çözülmesi gereken pek çok sorunu barındırmaktadır. Ancak geliştirilen tekniklerin sayısı ve etkisi giderek artmakta, özellikle etki analizi, kavramsal temsil ve görsel açıklama alanlarındaki ilerlemeler umut verici sonuçlar doğurmaktadır. Derin öğrenmenin yaygınlaştığı günümüzde, açıklanabilir YZ çözümleri etik, yasal ve güvenlik gerekçeleriyle artık vazgeçilmezdir.

1.5.1 Hesap Verebilirlik ve Şeffaflık

YZ sistemlerinden beklenti, yalnızca yüksek doğruluk sağlaması değil, aynı zamanda etik değerlere uygun kararlar üretmesidir. Etik açıdan açıklanabilirlik aşağıda verilen avantajları sağlar:

- Hesap Verebilirliği (accountability) mümkün kılar: Kim, hangi kararı neden verdi?
- Şeffaflık (transparency) sağlar: Sistem içeriğini ve işleyişini anlama fırsatı sunar.

- Ayrımcılığın tespitine olanak tanır: Sistem, cinsiyet, ırk veya yaşa göre önyargılı karar veriyor mu? Örneğin, işe alım algoritmaları kadın adaylara sistematik olarak düşük puan veriyorsa, açıklanabilirlik bu ayrımcılığı teşhis ve düzeltme fırsatı sunar.
- Sosyal Kabul: Açıklanabilir sistemler, YZ'ye olan toplumsal kabulü artırır.

Toplumun YZ'ye olan güveni büyük ölçüde sistemlerin şeffaflığına ve anlaşılabilirliğine bağlıdır. Açıklanamayan algoritmalar, gizli güç yapılarına hizmet edebilir; kimlerin, hangi değerlerle, nasıl karar verdiği belirsizleşir.[143]

- Bilgi Asimetrisi: Teknoloji şirketleri ile kullanıcılar arasındaki güç dengesizliğini artırır.
- Algısal Güvensizlik: Açıklanamayan kararlar, kullanıcılar tarafından "rastgele" veya "keyfi" algılanabilir.
- Teknik karmaşıklık: Derin öğrenme sistemlerinin açıklamaları, hukuki anlamda "anlaşılır" olmayabilir.
- Kurumsal çıkarlar: Şirketler, açıklama süreçlerini ticari sır gerekçesiyle kısıtlayabilir.
- Standart eksikliği: Açıklama "ne kadar detaylı" olmalı? Bu sorunun yanıtı hukuken net değildir.

Açıklanabilirliğin etik boyutunu kavrayabilmek için teknik sistemlerin, yalnızca doğruluk değil, değer-uyumlu olacak şekilde tasarlanması gerektiği savunulmaktadır. Bu doğrultuda önerilen çerçevelerden biri Değerler Odaklı Tasarım (Value-Sensitive Design)'dır.[144] Bu yaklaşım, sistemin baştan itibaren etik değerleri (adalet, özerklik, şeffaflık vb.) merkeze alarak geliştirilmesini önerir.

Gelecek Yönelimler ve Açık Problemler: XAI, son yıllarda yalnızca teknik bir konu olmaktan çıkıp etik, hukuki ve sosyal yönleriyle çok boyutlu bir araştırma alanına dönüşmüştür. Ancak açıklanabilirliğe yönelik mevcut yöntemlerin çoğu, hâlâ sınırlı bağlamlarda çalışmakta ve genellikle modelin davranışlarını yalnızca lokal düzeyde ortaya koyabilmektedir. Derin öğrenmenin ve büyük dil modellerinin (LLM'ler) yükselişiyle birlikte, açıklanabilirliğe duyulan ihtiyaç daha acil ve karmaşık hâle gelmiştir. Bu bölümde, açıklanabilir YZ'nin gelecekte izleyeceği yönelimler ve hâlâ çözülmeyi bekleyen açık

[143] Zuboff, S. (2019). The Age of Surveillance Capitalism. PublicAffairs. Gelecek Yönelimler ve Açık Problemler.
[144] Friedman, B., & Hendry, D. G. (2019). Value Sensitive Design: Shaping Technology with Moral Imagination. MIT Press.

problemler sistematik şekilde incelenmektedir.

Açık Problemler:

1. Doğruluk ve Anlaşılabilirlik Arasındaki Gerilim: Açıklayıcı modeller genellikle daha sade yapılarla oluşturulurken (örneğin karar ağaçları, lineer modeller), yüksek doğruluk sağlayan modeller (örneğin CNN, Transformer) çoğu zaman "kara kutu" niteliği taşır. Bu durum, doğruluk ve açıklanabilirlik arasında bir takas (accuracy-explainability trade-off) oluşturur.[145]

2. Açıklamaların Doğrulanabilirliği ve Standartları: Bir açıklamanın kullanıcıyı ne derece doğru bilgilendirdiği, açıklamanın sadakati (fidelity) ve güvenilirliği konusunda hâlâ evrensel kabul görmüş standartlar bulunmamaktadır. Hangi açıklama daha doğrudur? Hangi açıklama daha anlaşılırdır? Bunlar hâlâ ölçülemeyen sorulardır.

3. Kavramsal Açıklamaların Eksikliği: İnsanlar, kararları özelliklerden çok "kavramlar" düzeyinde anlar. Bugünkü birçok XAI yöntemi (LIME, SHAP) bu kavramsal düzeyi yakalayamamaktadır. Kavram-temelli XAI araştırmaları yeni başlamıştır.[146]

4. Açıklamaların Kötüye Kullanımı: Açıklamalar, kullanıcıları yanıltmak veya hatalı kararları meşrulaştırmak için kullanılabilir. Manipülatif açıklamalar, özellikle büyük ölçekli sistemlerde toplumsal zararlara neden olabilir.

5. Gerçek Zamanlı ve Dinamik Sistemlerde Açıklanabilirlik: Gerçek zamanlı sistemlerde (örneğin otonom araçlar, sağlık izleme sistemleri) açıklamanın anlık üretilmesi gerekir. Ancak mevcut yöntemler genellikle zaman ve işlem maliyeti açısından gerçek zamanlı kullanım için uygun değildir.

Gelecek Yönelimler:

1. Açıklanabilirliğin Doğrudan Modelleme İçine Entegre Edilmesi: Gelecekte modeller baştan itibaren "açıklanabilir olacak şekilde" tasarlanacaktır. Bu çaba, "interpretable-by-design" mimariler (örneğin SENN, ProtoPNet, BERTology açıklamaları) ile şekillenecektir.

2. Kavram Odaklı Açıklama Modelleri: TCAV (Concept Activation Vectors), ACE (Automated Concept Extraction) gibi yaklaşımlar, derin ağların iç temsillerini insan-dilinde açıklanabilir kavramlarla bağdaştırma üzerine yoğunlaşacaktır.

3. Açıklamaların Standartlaştırılması ve Yasal Düzenlemeler: AB'nin YZT ve

[145] Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608.

[146] Kim, B., Wattenberg, M., Gilmer, J., Cai, C., Wexler, J., Viegas, F., & Sayres, R. (2018). Interpretability beyond feature attribution: Quantitative testing with concept activation vectors (TCAV). ICML.

OECD'nin YZ etik ilkeleri gibi düzenlemelerindeki bazı gereksinimlerin, açıklanabilirlik ile karşılanması değerlendirilmekte ve bundan dolayı gelecekte her modelin belirli açıklama kriterlerini karşılamasını gerekecektir.

4. Açıklamaların Kişiye Uyarlanması (User-Centric XAI): Kullanıcı profiline göre açıklamaların seviyesi, dili ve biçimi değiştirilecek. Doktora sunulan açıklama ile hasta yakınına verilen açıklama farklı içeriklerde olacak. Bu yönelim "açıklamanın kişiselleştirilmesi" olarak adlandırılmaktadır.

5. LLM'ler ile Açıklanabilirlik Üretimi: Büyük dil modelleri, diğer modellerin kararlarını açıklamak üzere "doğal dilde açıklama jeneratörü" olarak kullanılabilir. LLM tabanlı XAI araştırmaları, son dönemde hız kazanmış ve özellikle multi-agent sistemlerde "açıklama üreten ajan" rolleri tanımlanmıştır.

Açıklanabilir YZ, sadece "neden böyle karar verildi?" sorusunu yanıtlamakla kalmamalıdır. Ayrıca, bu sorunun doğru, güvenilir ve kişiye uygun bir şekilde yanıtlandığından da emin olunmalıdır. Gelecekte XAI sistemlerinin başarısı, yalnızca teknik doğrulukla değil; etik değerlere, sosyal adalete ve hukuki normlara uygunluk kriterleriyle de ölçülecektir. Bu nedenle açıklanabilirlik, YZ'nin geleceğinde yalnızca bir araştırma konusu değil, bir güven ve meşruiyet meselesi olarak görülmelidir.

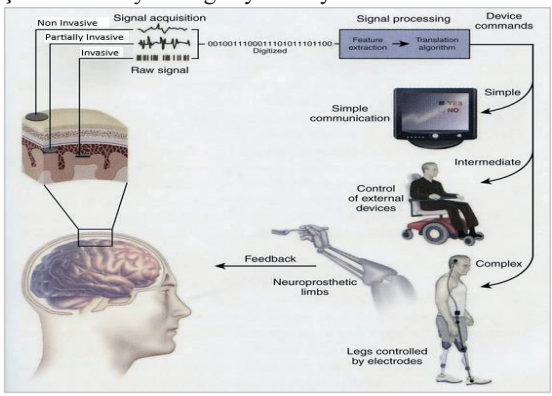
1.5.2 Yapay Zekâ ile İnsan Zekâsının Entegrasyonu (Cyborg AI)

Cyborg AI (Sibernetik Organizma + Yapay Zekâ), biyolojik zekâ ile YZ'nin entegrasyonunu ifade eder. Bu kavramda, insan organizması ile dijital sistemler arasında hem donanımsal (örneğin beyin-bilgisayar arayüzü) hem yazılımsal (örneğin bilişsel destekleyici algoritmalar) bir etkileşim vardır. Nihai amaç, insan bilişsel kapasitesinin artırılması, rehabilitasyonun desteklenmesi ya da yeni iletişim ve etkileşim yollarının yaratılmasıdır.

Norbert Wiener'in 1948'de tanımladığı Sibernetik kavramı, makine-insan etkileşiminin temelini attımıştır. 2000'li yıllardan sonra özellikle Beyin Bilgisayar Arayüzleri (Brain-Computer Interface- BCI) ve Neuralink gibi projelerle "Cyborg" vizyonu pratik bir boyut kazanmıştır.

Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BBA (BCI)): Beyin sinyallerinin bilgisayar sistemleri tarafından okunarak komutlara dönüştürülmesini sağlayan sistemlerdir. Motor nöron hastalıkları olan bireylerde iletişim için Paralizili hastalarda robotik uzuvların kontrolü için kullanılır. Temel beyin bilgisayar arayüzü yapısı Şekil 15'te gösterilmiştir.

Şekil 15. Beyin-Bilgisayar Arayüzü Sistemi



Cyborg AI sistemleri yalnızca fiziksel kontrol değil, bilişsel süreçleri de desteklemek amacıyla geliştirilir. Bunlara, alzheimer hastalarında hafıza hatırlatıcı gibi hafıza destek sistemleri ve otizm spektrumunda dikkat dağılımını yönlendirme gibi yapay dikkat sistemleri örnek olarak verilebilir.

Hali hazırda amputelerde robotik protezlerin beyin sinyalleriyle kontrolü, Parkinson hastalarında nörostimülasyon cihazları ile BBA uygulamaları hayatın içerisinde yer almaktadır. YZ ile zihinsel iletişim, karmaşık hesaplama görevlerinin beyin-YZ ortaklığı ile çözülmesi gibi alanlarda ise araştırmalar devam etmektedir.

Cyborg AI, sadece teknolojik bir atılım değil, aynı zamanda insan evriminin dijital bir evresidir. Bilişsel yeteneklerin geliştirilmesi, engellerin aşılması ile insan yaşamı, eğitim, sağlık ve üretim alanlarında derin değişimler yaşatacaktır.

YZ alanında yaşanan gelişmeler ile birlikte Cyborg AI çalışmaları insanların kapasite ve yeteneklerini artıracaktır. Böylece YZ ile ilgili duyulan kaygılar insanların da gelişmesi ile azalacaktır.

1.5.3 Kuantum Yapay Zekâ

Kuantum Yapay Zekâ (KYZ- QAI), klasik bilgisayarların hesaplama sınırlarını zorlayan problemlere yeni çözümler sunma vaadiyle ortaya çıkmış, kuantum bilişim ve YZ alanlarının kesişiminde yer alan bir araştırma disiplinidir.[147] Klasik YZ, özellikle makine öğrenmesi (machine learning- ML) alt dalında büyük başarılara imza atsa da devasa veri kümeleri, yüksek boyutlu optimizasyon ve karmaşık sistem simülasyonları gibi alanlarda

[147] Peral-García, D., Cruz-Benito, J., García-Peñalvo, F. J. (2024). Systematic literature review: Quantum machine learning and its applications. Computer Science Review, 43, 100459

temel sınırlamalarla karşı karşıyadır. Kuantum bilişim ise süperpozisyon ve dolanıklık gibi kuantum mekaniği fenomenlerini kullanarak bu tür belirli problemleri klasik yöntemlere göre çok daha verimli çözme potansiyeli taşır.[148]

QAI'nin kökenleri, kuantum bilişimin teorik temellerinin atıldığı 1980'li yıllara dayanır. Richard Feynman'ın, kuantum sistemlerini etkin bir şekilde simüle etmek için kuantum mekaniğinin kendisinden faydalanan bir bilgisayar fikrini ortaya atması bu yolculuğun başlangıç noktasıdır.[149] Bu vizyon, David Deutsch'un evrensel kuantum bilgisayar kavramını geliştirmesi ve ardından Peter Shor ile Lov Grover'ın sırasıyla çarpanlara ayırma ve veritabanı arama için geliştirdiği çığır açan algoritmalarla somut bir potansiyele dönüştü. Bu algoritmalar, kuantum sistemlerinin belirli görevlerde klasik bilgisayarlara karşı üssel veya karesel hızlanma sağlayabileceğini kanıtladı.

Bu teorik potansiyel, zamanla YZ alanına da ilham verdi. 1990'larda Subhash Kak'ın "kuantum nöral bilgisayar"[150] ve Ventura ile Martinez'in "kuantum assosiyatif bellek" gibi kavramsal çalışmaları, bu iki alan arasındaki ilk köprüleri kurdu. Ancak bu fikirlerin pratik uygulamalara evrilmesi, donanım teknolojisinin gelişmesini ve daha somut algoritmaların tasarlanmasını gerektiriyordu. Bu makale, bu teorik başlangıçtan günümüzün pratik ve gürültülü kuantum cihazları üzerindeki uygulama denemelerine kadar uzanan süreci bütüncül bir anlatıyla ele almayı amaçlamaktadır. 2000'li yılların sonlarında, Harrow, Hassidim ve Lloyd tarafından geliştirilen ve belirli koşullar altında lineer denklem sistemlerini çözmek için üstel hızlanma vaat eden HHL algoritması,[151] Kuantum Makine Öğrenmesi (QML) için teorik bir dönüm noktası oldu. Bunu, Kuantum Destek Vektör Makineleri (QSVM) gibi klasik algoritmaların kuantum analogları takip etti. Ancak bu ilk nesil algoritmalar, binlerce hatasız kübit (qubit) ve çok derin kuantum devreleri gerektirdiğinden, uzun bir süre teorik düzeyde kaldı.

Gerçek dünyadaki donanım kısıtlamaları, alanı daha pratik çözümlere yöneltti. 2010'ların ortalarında "Gürültülü Orta Ölçekli Kuantum" (NISQ)[152] çağının başlamasıyla birlikte, araştırmanın odağı mevcut gürültülü ve sınırlı sayıdaki kübitlerle ne yapılabileceği sorusuna kaydı. Bu sorunun en popüler yanıtı, hibrit kuantum-klasik yaklaşımlar oldu. Bu

[148] Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition. Cambridge University Press.
[149] Feynman, R. P. (1982). Simulating physics with computers. International Journal of Theoretical Physics, 21(6/7), 467–488.
[150] Kak, S. (1995). Quantum neural computing. Advances in Imaging and Electron Physics, 94, 259-313.
[151] Harrow, A. W., Hassidim, A., & Lloyd, S. (2009). Quantum algorithm for linear systems of equations. Physical Review Letters, 103(15), 150502.
[152] Preskill, J. (2018). Quantum Computing in the NISQ era and beyond. Quantum, 2, 79.

yaklaşımların temelini, kısa ve sığ bir kuantum devresinin klasik bir optimizasyon döngüsüyle yönetildiği Varyasyonel Kuantum Algoritmaları (VQA) oluşturur. Varyasyonel Kuantum Özçözücü (VQE) gibi öncü algoritmalar, bu paradigmanın gücünü gösterdi. VQA'larda klasik bir bilgisayar, kuantum devresinin ayarlanabilir parametrelerini optimize ederken, kuantum işlemci yalnızca kısa ve gürültünün etkisini sınırlayacak kadar sığ devrelerle maliyet fonksiyonunu hesaplar.

Ancak VQA'lar ölçeklenmeye başladığında, "çorak plato" (barren plateau) olarak bilinen ciddi bir sorunla karşılaşıldı. Bu sorun, devre derinliği veya kübit sayısı arttıkça optimizasyon manzarasındaki gradyanların üssel olarak küçülerek sıfıra yaklaşması ve dolayısıyla eğitimin etkili bir şekilde durması anlamına gelir. Bu temel zorluk, son yıllardaki araştırmaların ana odak noktalarından biri haline geldi. Bu soruna çözüm olarak, statik ve genel devre tasarımlarından uzaklaşan yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmektedir. Örneğin, problemin yapısına göre dinamik olarak inşa edilen adaptif ve probleme duyarlı devreler, gereksiz parametreleri ve devre derinliğini ortadan kaldırarak optimizasyon sürecini daha verimli hale getirmeyi hedefler. Benzer şekilde, fizik bilgili optimizasyon gibi yöntemler, optimizasyon sürecine problem hakkında ek bilgiler katarak daha verimli bir eğitim sağlamaktadır. QML'in bir diğer önemli kolu, veriyi doğrudan kuantum durumlarına kodlayarak öğrenmeyi amaçlayan yaklaşımlardır. Bu yaklaşımların en popülerlerinden biri olan kuantum çekirdek (kernel) yöntemleri, klasik veriyi yüksek boyutlu bir kuantum Hilbert uzayına taşıyarak, doğrusal olarak ayrılamayan veri kümelerini bile ayrıştırılabilir hale getirmeyi hedefler. Bu fikrin en bilinen uygulaması olan QSVM, başlangıçta büyük bir heyecan yarattı.[153]

Ancak 2022'den itibaren yapılan daha derinlemesine analizler, bu alanın potansiyeli ve sınırlılıkları hakkında daha gerçekçi bir tablo ortaya koydu. Yapılan çalışmalar, bir kuantum çekirdek yönteminin pratik avantaj sağlamasının, büyük ölçüde verinin kuantum devresine nasıl kodlandığına (embedding) ve problemin kendi yapısına bağlı olduğunu gösterdi. Yani her veri seti için bir kuantum avantajı garantisi yoktur. Dahası gürültü ve devre karmaşıklığı arttıkça, çekirdek değerlerinin istatistiksel olarak birbirine yakınsayarak ayırt ediciliğini yitirdiği "kernel değeri yoğunlaşması" (kernel concentration) adı verilen bir olgunun yaşandığı teorik ve deneysel olarak kanıtlandı. Bu bulgular, kuantum çekirdek yöntemlerinin ölçeklenebilirliği önündeki önemli engelleri vurgulamaktadır.

[153] Rebentrost, P., Mohseni, M., & Lloyd, S. (2014). Quantum support vector machine for big data. Physical Review Letters, 113(13), 130503.

Buna karşın, kuantum avantajının mümkün olduğu özel bir senaryo da netleşti. Huang ve arkadaşlarının 2022'de Science dergisinde yayınlanan çığır açıcı çalışması, bir kuantum bilgisayarın, doğrudan bir kuantum sisteminden elde edilen "kuantum veri" üzerinden öğrenme görevinde, en iyi klasik öğrenme algoritmalarına karşı üssel bir üstünlük sağladığını deneysel olarak ispatladı.[154] Bu önemli sonuç, QAI'nin en büyük potansiyelinin, klasik dünyada simüle edilmesi zor olan kuantum verilerini işlemek olduğu durumlarda ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Google'ın 2019'daki "kuantum üstünlüğü" deneyi, bir kuantum işlemcinin belirli bir yapay problemi çözmedeki hızını gösterse de araştırmanın odağı hızla pratik fayda sağlayacak uygulamalara yöneldi. Bu yeni hedef, "kuantum faydası" (quantum utility) olarak adlandırılmaktadır ve gürültülü cihazlarla bile bilimsel veya ticari değeri olan problemleri çözmeyi amaçlar. Bu doğrultuda, gelişmiş hata azaltma (error mitigation) teknikleri, QAI'nin pratik problemlere uygulanabilirliği yolunda atılmış dev bir adım olmuştur.

Bu arayış, Kuantum Pekiştirmeli Öğrenme (QRL) gibi yeni alanların da doğmasına yol açtı. QRL, bir ajanın kuantum özelliklerinden faydalanarak çevresiyle etkileşimlerinden öğrenmesini hedefler. Son yıllarda, VQA'ların QRL ajanlarının politika fonksiyonlarını temsil ettiği ilk deneysel çalışmalar yapılmış ve veri yeniden yükleme (data re-uploading) gibi tekniklerin öğrenme kapasitesini artırdığı gösterilmiştir.[155]

Aynı zamanda, kuantum işlemcilerin klasik hesaplama altyapılarına birer hızlandırıcı olarak entegre edildiği hibrit iş akışları da geliştirilmektedir. Trafik zaman serisi tahmini gibi gerçek dünya verileri üzerinde test edilen hibrit modeller, küçük ölçekli de olsa umut verici sonuçlar vermektedir. QAI, muazzam potansiyeline rağmen hala başlangıç aşamasındadır ve üstesinden gelinmesi gereken ciddi zorluklar bulunmaktadır. Bunların başında donanım gürültüsü ve ölçeklenebilirlik gelir. Hata azaltma teknikleri umut vaat etse de büyük ölçekli ve karmaşık QAI modelleri için nihayetinde kuantum hata düzeltme kaçınılmaz görünmektedir. İkinci olarak, klasik büyük veri kümelerini bir kuantum durumuna verimli bir şekilde kodlamayı içeren veri yükleme (data loading) darboğazı, potansiyel kuantum hızlandırmalarını geçersiz kılabilecek temel bir problemdir. Son olarak, "kuantum faydası" yönündeki ilerlemelere rağmen, henüz hiçbir QML algoritmasının, endüstriyel ölçekte bir problemde, en iyi klasik algoritmalardan daha hızlı ve daha ucuz olduğu kesin olarak

[154] Huang, H-Y., et al. (2022). Quantum advantage in learning from experiments. Science, 376(6598), 1182-1186.
[155] Kölle, M., et al. (2024). A study on optimization techniques for variational quantum circuits in reinforcement learning. Proc. IEEE Int. Conf. on Quantum Software (QSW), 157-167.

kanıtlanmamıştır.

Gelecekte, QAI'nin gelişimi muhtemelen hibrit bir yolda devam edecektir. Kuantum işlemciler, klasik bilgisayarların zorlandığı belirli alt görevleri üstlenen birer hızlandırıcı (co-processor) olarak kullanılacaktır. Hataya dayanıklı (fault-tolerant) kuantum bilgisayarların ortaya çıkmasıyla, HHL gibi daha önce teorik kabul edilen algoritmalar yeniden pratik önem kazanabilir. İlaç keşfi, malzeme bilimi, finansal modelleme ve optimizasyon gibi alanlar, QAI'nin yakın gelecekte pratik avantaj sağlayabileceği en umut verici alanlar olarak öne çıkmaktadır.[156]

Sonuç olarak, Kuantum YZ, teorik bir meraktan, günümüzün gürültülü donanımlarında bile değer yaratmaya çalışan pratik bir araştırma alanına dönüşmüştür. Karşılaşılan zorluklar büyük olsa da kaydedilen ilerlemeler ve alanın dinamizmi, QAI'nin önümüzdeki on yıllarda bilimi ve teknolojiyi dönüştürme potansiyeline sahip en heyecan verici alanlardan biri olmaya devam edeceğini göstermektedir.

1.6 VERİ NEDİR

Veri, gözlemlenen bir olay ya da nesneye ilişkin nicel ya da nitel ölçümlerin temsilidir. Tanımı gereği, veri ham, yani herhangi bir analiz veya yorumlama sürecinden geçmemiş, bilgiye dönüşmemiş semboller ya da ölçümler bütünüdür. Bilgisayar bilimleri açısından veri, sayısal biçimde ifade edilebilen, işlenebilir ve saklanabilir birimlerdir.[157] Veri, bilgi üretimi sürecinde ilk adımı oluşturan, ham gözlem, ölçüm veya kayıttır.[158]

Veri, bağlamdan yoksun haldeyken anlamsız olabilir. Ancak yapılandırıldığında ve yorumlandığında bilgiye dönüşür. Bu kavramlar arasında hiyerarşik bir ilişki mevcuttur ve bu ilişki genellikle VEBB (Veri - Enfermasyon– Kazanılmış Bilgi - Bilgelik, Data – Information – Knowledge – Wisdon, DIKW) Piramidi ile temsil edilir. VEBB piramidi Şekil 16'da verilmiştir.

[156] Biamonte, J., Wittek, P., Pancotti, N., et al. (2017). Quantum machine learning. Nature, 549(7671), 195–202.
[157] Kitchin, R. (2014). Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. Big Data & Society, 1(1)
[158] Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. Journal of Information Science

Şekil 16. VEBB Piramidi.

VEBB piramidinde: Veri (Data); ham gözlemler, semboller veya ölçümleri; Enformasyon (Information); yapılandırılmış, analiz edilmiş ve anlam kazandırılmış veriyi; Kazanılmış Bilgi (Knowledge); bilginin birikimi, bağlantıların kurulmasını; Bilgelik (Wisdom); bilgiye dayalı akıllı karar alma ve kavrayışı temsil eder.

1.6.1 Veri Türleri

Veri, yapısına, biçimine ve bağlamına göre farklı türlerde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, işlenme yöntemlerinin ve kullanılacak analiz tekniklerinin belirlenmesinde kritiktir.

Yapısal Veri (Structured Data): Yapısal veri, önceden tanımlanmış bir şemaya uyan, genellikle tablo formatında düzenlenmiş verilerdir. SQL (Structured Query Language) gibi sorgu dilleriyle erişilebilir tablolar ve dosyalar örnek olarak verilebilir.[159]

Yarı-Yapısal Veri (Semi-Structured Data): Yarı-yapısal veri, yapısal bir düzeni olmasa da belirli kurallar çerçevesinde organize edilmiş verilerdir. Her veri birimi aynı yapıya sahip olmayabilir ancak veriler etiketli veya anahtarlı yapıdadır. JSON (JavaScript Object Notation), XML (eXtensible Markup Language), YAML, NoSQL belgeleri örnek olarak verilebilir.[160]

Yapısız Veri (Unstructured Data): Yapısız veriler, önceden tanımlı bir modele veya şemaya uymayan verilerdir. Bu verilerden bilgi elde edebilmek için doğal dil işleme (NLP), görüntü işleme, ses işleme gibi özel yöntemler gereklidir.[161] Metin belgeleri (haberler, e-postalar), Görseller (JPEG, PNG), videolar örnek olarak verilebilir.

Zaman Serisi Verisi *(*Time-Series Data*)*: Belirli bir zaman aralığında düzenli olarak

[159] Abiteboul, S., Hull, R., & Vianu, V. (1995). Foundations of Databases. Addison-Wesley.
[160] Buneman, P. (1997). Semistructured data. ACM SIGMOD Record.
[161] Feldman, R., & Sanger, J. (2007). The Text Mining Handbook. Cambridge University Press.

toplanmış verilerdir. Bu veri tipi genellikle finans, sağlık, IoT gibi alanlarda kullanılır. Analizi için istatistiksel yöntemler ve LSTM gibi özel derin öğrenme modelleri kullanılır[162]. Günlük hisse senedi fiyatları, kalp atış hızı izleme verileri, hava durumu kayıtları örnek olarak verilebilir.

Coğrafi Veri (Geospatial Data): Nesnelerin coğrafi konumunu tanımlayan verilerdir. Harita sistemleri, GPS koordinatları ve uzaktan algılama (remote sensing) verileri bu kapsamda yer alır.[163] Latitude-longitude koordinatları, harita tabanlı sosyal medya paylaşımları örnek olarak verilebilir.

Sensör Verileri ve IoT Verileri: Fiziksel dünyadan sensörler aracılığıyla toplanan ve genellikle gerçek zamanlı olan veridir. Akıllı şehirler, sağlık teknolojileri, çevresel izleme bu verilerle çalışır.[164] Nem, sıcaklık, basınç sensör verileri, akıllı bileklik verileri, endüstriyel üretim makineleri izleme verileri örnek olarak vereilebilir.

Sosyal Medya Verisi: Yapısız ve dinamik bir veri türüdür. Yorumlar, beğeniler, hashtag'ler, konum bilgileri içerir. Sosyal ağ analizi ve duygu analizi gibi yöntemler kullanılır.[165] Twitter gönderileri, instagram etiketleri, youtube yorumları örnek olarak verilebilir.

Veri, YZ ve veri biliminin temel taşıdır. Veri türlerini anlamak, doğru modelleme stratejilerini ve analiz yöntemlerini seçmek açısından kritik önemdedir. Bu nedenle Veri Bilimi, sadece veri toplamak değil, aynı zamanda veriyi anlamlandırmak, temizlemek, dönüştürmek ve analiz etme sürecidir.

Veri madenciliği ve makine öğrenmesi süreçlerinde, her gözlem bir dizi değişken (özellik) ile tanımlanır. Bu özellikler (features), modelin öğrenme sürecine katkı sağlayan, giriş olarak kullanılan değişkenlerdir. Etiket (label) ise denetimli öğrenmede modelin tahmin etmeye çalıştığı hedef değişkendir.

Özellik (Feature): Her bir örneği karakterize eden gözlemlenebilir niteliklerdir. Sayısal, kategorik, ordinal, ikili vb. veri türleri olabilir. Bir hastanın yaşı, cinsiyeti, kan basıncı değeri vb. örnek olarak verilebilir.[166]

Etiket (Label): Makine öğrenme algoritmalarının tahmin etmeyi amaçladığı hedef

[162] Chatfield, C. (2003). The Analysis of Time Series: An Introduction. CRC Press.
[163] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Systems and Science. Wiley.
[164] Gubbi, J. et al. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems
[165] Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. Business Horizons.
[166] Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly.

(sınıf) değerdir. İnsanların sağlıklı ya da sağlıksız olarak sınıflandırılması örnek olarak verilebilir.

1.6.2 Kategorik Verilerin Kodlanması

One-Hot Encoding: Kategorik verileri ikili (binary) formatta sütunlara ayırarak her bir kategoriye ayrı sütun atar. Sayısal olmayan verilerin modele uygun hale getirilmesini sağlaması avantajıdır. Yüksek boyutluluğa neden olabilir (curse of dimensionality) buda dezavantaj olarak değerlendirilebilir.[167]

Label Encoding: Kategorik değerleri 0, 1, 2... gibi tamsayılarla temsil eder. Sıralı kategorik veriler için uygundur. Sırasal olmayan kategorilerde anlamsız büyüklük ilişkisi kurabilir.[168] Dersler = [Matematik, İngilizce, Türkçe], Matematik=1, İngilizce=2, Türkçe=3

Embedding: Derin öğrenme yöntemlerinde kullanılan bir tekniktir. Her kategoriye çok boyutlu, sürekli (dense) vektör temsili atanır. NLP ve öneri sistemlerinde sıklıkla kullanılır.[169] Word2Vec, GloVe, BERT gibi kelime gömme yöntemleri örnek olarak verilebilir.

1.6.3 Boyut İndirgeme Yöntemleri

PCA (Principal Component Analysis – Temel Bileşenler Analizi): Çok boyutlu veriyi daha az sayıda bileşenle temsil eder. Temel bileşenler, verinin varyansını en iyi açıklayan doğrultulardır. Sayısal veriler için uygundur. Gürültü azaltımı, görselleştirme kolaylığı gibi avantajlar sağlar.[170]

t-SNE (t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding): Yüksek boyutlu veriyi 2D/3D'ye indirerek benzerlikleri korumaya çalışır. Genellikle veri kümelerini görselleştirmek için kullanılır. Küme yapısı olan karmaşık veri setlerinde tercih edilir.[171]

1.6.4 Veri Görselleştirme Araçları ve Teknikleri

Matplotlib: Python'da en yaygın kullanılan 2D grafik kütüphanesidir.[172] Grafik türleri: Çizgi grafiği, histogram, bar grafik, scatter plot.

Seaborn: Matplotlib üzerine kuruludur. İstatistiksel veri görselleştirme için optimize edilmiştir.[173] Otomatik tema, renk uyumu ve kompleks grafikler içerir (heatmap, violin plot).

---

[167] Potts, C. (2020). Natural Language Processing with Python. Stanford University NLP Lecture Notes.
[168] Pedregosa, F. et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research.
[169] Mikolov, T. et al. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. arXiv.
[170] Jolliffe, I. T. (2002). Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics.
[171] Van der Maaten, L., & Hinton, G. (2008). Visualizing Data using t-SNE. Journal of Machine Learning Research
[172] Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D Graphics Environment. Computing in Science & Engineering.
[173] Waskom, M. et al. (2020). Seaborn: Statistical Data Visualization. Zenodo

Plotly: Etkileşimli (interactive) grafikler oluşturur. Web tabanlı sunumlar ve veri analizi uygulamalarında tercih edilir. 3D grafik ve zaman serisi destekler.[174]

Veri ön işleme, makine öğrenmesi modellerinin başarısını doğrudan etkileyen kritik bir adımdır. Ham veriler, analiz ve modelleme için doğrudan uygun değildir; eksiklikler, aykırılıklar ve ölçek farklılıkları içerebilir. Bu nedenle verilerin temizlenmesi, dönüştürülmesi ve yeniden düzenlenmesi gerekir.

1.6.5 Eksik Veri Tespiti ve Doldurma

Hayatın olağan akışına uygun olarak, YZ algoritmalarında kullanılacak verilerin birçok nedenden dolayı eksik veya kısmen silinmiş olması durumları olmaktadır. Bu durumda eksikliklerin tespit edilmesi ve veri ön işleme çalışmaları ile bunların giderilerek YZ algoritmalarına uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Eksik veriler üç şekilde sınıflandırılır:[175]

- MCAR (Missing Completely At Random): Eksiklik tamamen rastgeledir.
- MAR (Missing At Random): Eksiklik bazı gözlemlerle ilişkilidir.
- MNAR (Missing Not At Random): Eksikliğin nedeni veri setindedir.

Eksik verileri tespit Yöntemleri:

- Sayma fonksiyonları ile sayım,
- Isı haritaları (heatmaps) ile görselleştirme,
- Veri setinde % oranı ile eksikliği analiz etme.

Doldurma (Imputation) Teknikleri:

- Silme; Çok az eksik varsa, ilgili satır/sütun silme,
- Basit Doldurma; Ortalama, medyan veya mod değeri ile doldurma,
- İleri Doldurma (Forward Fill); Zamansal verilerde önceki değerle doldurma,
- Model Tabanlı Doldurma: KNN, regresyon gibi modellerle değer tahmin etme.

1.6.6 Aykırı Değer

Aykırı değer, gözlemlerin geri kalanından istatistiksel olarak sapma gösteren veridir. Bu değerler modelin genelleme kabiliyetini bozabilir. Çeşitli tespit yöntemleri vardır. Z-Skoru $|Z| > 3$ olanlar, Çeyreklik olarak $Q1 - 1.5 \times IQR < X < Q3 + 1.5 \times IQR$ dışındaki değerler genellikle aykırı kabul edilir. Ayrıca görselleştirmeler kullanılarak aykırı değerler tespit edilebilir. Bu değerler; silme, değeri düzeltme (winsorizing) veya ayırarak analiz etme

[174] Plotly Technologies Inc. (2015). Collaborative data science. https://plotly.com
[175] Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2002). Statistical Analysis with Missing Data. Wiley.

işlemlerinden biri kullanılarak etkisi azaltılabilir.[176]

Bunların yanında veriler bazı ön işleme süreçlerinden geçirilebilir. Bunlar;

- Normalizasyon ve Standardizasyon: Veri setindeki öznitelikler farklı ölçekte olabilir. Bu durum, özellikle mesafe temelli modeller (örneğin KNN, SVM) için sorun yaratır. Ölçekleme teknikleriyle tüm özellikler benzer aralıklara getirilir.
- Normalizasyon (Min-Max Scaling): Her bir değer, belirli bir aralığa (genellikle [0,1]) indirgenir. Özellikle dağılımın homojen olduğu veriler için uygundur.
- Standardizasyon (Z-score Scaling): Veriler ortalama 0 ve standart sapma 1 olacak şekilde dönüştürülür. Normal dağılım varsayımı olan modellerde tercih edilir.[177]

1.6.7 Veri Bölme: Eğitim / Doğrulama / Test

Makine öğrenmesinde verinin bölünmesi, modelin doğruluğunu objektif biçimde değerlendirmek için zorunludur. Veriler aşağıdaki şekilde bölümlere ayrılır:

- Eğitim Verisi (%60–80): Model eğitimi için kullanılır. Modelin öğrenme süreci bu veriyle gerçekleştirilir. Girdiler ve karşılık gelen çıktılar (etiketler) üzerinden parametreler optimize edilir.
- Doğrulama Verisi (%10–30): Model parametrelerinin ayarlanması için kullanılır. Modelin hiperparametre ayarı, erken durdurma (early stopping) gibi süreçlerde kullanılır. Model bu veriyi görmeden performansı test edilir.
- Test Verisi (%10–30): Modelin genelleme gücünü ölçmek için ayrılır. Modelin nihai performansını değerlendirmek için ayrılan bölümdür. Eğitim süreci sırasında hiçbir şekilde kullanılmaz.
- K-Katlı Çapraz Doğrulama (k-fold cross validation CV): Küçük veri setlerinde doğrulama/test verisinin ayrılması yerine veri K parçaya bölünerek her parça test seti olarak dönüşümlü kullanılır.

Veri bölme için kullanılacak yöntemleri; basit oransal bölme, k-katlı çapraz doğrulama ve sınıflar dengeli olacak şekilde bölme şeklinde sıralayabiliriz.[178] Veri setindeki sınıfların sayısal olarak dengesiz olması modelin azınlık sınıfı öğrenememesine neden olabilir. Model eğitiminde problem olduğu bazı parametre değerlerine bakılarak tespit edilebilir. Doğruluk (accuracy) yüksek ama recall çok düşük, karışıklık matrisinde (confusion matrix) dengesizlik gibi bu problemlerin çözümü olarak, azınlık sınıfı örneklerini artırma, çoğunluk sınıfından

[176] Aggarwal, C. C. (2017). Outlier Analysis. Springer.
[177] Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. Elsevier.
[178] Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.

örnek azaltma, ağırlıklı öğrenme, kaybı azınlık sınıfa göre artırmak veya cost-sensitive learning algoritmaları kullanmak verilebilir.[179]

Model başarısı hem doğru algoritma seçimine hem de hiperparametre optimizasyonuna bağlıdır. Veri türüne, dağılımına ve problem yapısına göre uygun algoritmalar tercih edilir. Eğer model, eğitim verisindeki desenleri dahi öğrenemez ise buna yetersiz öğrenme (under fitting) denir. Genellikle çok basit modellerde ortaya çıkar. Eğitim ve test hatası yüksek olur ve model karmaşıklığı yetersizdir.

Eğer model, eğitim verisine aşırı uyum sağlar, genelleme gücünü kaybeder ve gürültüyü öğrenirse buna aşırı öğrenme (overfitting) denir. Eğitim hatası çok düşük; Test hatası yüksek olur.

Modelin doğruluğu, yalnızca doğruluk (accuracy) ile değil, farklı metriklerle çok boyutlu olarak değerlendirilmelidir. Karışıklık Matrisi (Confusion Matrix), Doğruluk (Accuracy), Kesinlik (Precision), Duyarlılık (Recall), F1-skoru (F1-score) gibi metrikler kullanılan temel metriklerdir. Dengesiz veri setlerinde F1-skoru, kesinlik, duyarlılık daha anlamlıdır. Hassasiyet önemliyse (örneğin hastalık tanısı) duyarlılık, yanlış alarm kritikse (örneğin spam filtresi) kesinlik metrikleri daha önemlidir.[180]

1.7 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ İLE İLGİLİ KAMU DESTEK VE TEŞVİK MEKANİZMALARI

Ülkemizde STB ve TÜBİTAK başta olmak üzere farklı kamu kurumlarının YZ destek ve teşvik mekanizmaları vardır. Bu bölümde bunlar hakkında genel bilgiler verilmektedir.

1.7.1 On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028

2024-2028 yıllarını kapsayan ülkemizin on ikinci kalkınma planında aşağıdaki maddeler kapsamında YZ alanında yapılacak çalışmalar hedeflenmiştir.[181]

- 401.4. Kayıt dışılıkla mücadele, yapay zekâ, büyük veri gibi teknolojik imkânlar destekli risk analiz faaliyetleriyle ve tüm tarafların etkin katılımıyla yürütülecektir.
- 428.1. İmalat sanayinde sektörel analizler yapılarak, yapay zekâ, büyük veri analitiği, ileri otomasyon vb. gibi dijital teknolojilerin imalat süreçlerine entegre edilmesi ve imalat sanayinde dijital dönüşüm teşvik edilecektir.

[179] Chawla, N. V. et al. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. Journal of Artificial Intelligence Research.
[180] Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. Information Processing & Management.
[181] https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

- 441.5. Aşı, ilaç, tıbbi cihaz, referans malzeme, tanı kiti ve yapay zekâ tabanlı sağlık teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik özel sektör ile iş birliği oluşturarak girişimcilik faaliyetleri desteklenecektir.
- 452. Yapay zekâ, siber güvenlik, kuantum bilişim ve nesnelerin interneti gibi alanlardaki yeniliklere uyum sağlanacak ve bu alanlardaki yetkinlik artırılacaktır.
- 452.1. Yapay zekâ ve nesnelerin interneti ekosistemlerinde kullanılan donanım ve yazılım ürünlerinin yerli imkânlarla üretilmesi desteklenecektir.
- 452.2. Savunma, havacılık ve uzay sistemlerinde kullanılan "ileri seyrüsefer destek sistemleri" alanındaki yapay zekâ çiplerinin tasarımı ve üretimi sağlanacaktır.
- 489. Dijitalleşme, yapay zekâ ve veriye dayalı iş modelleriyle akıllı tarım uygulamaları yaygınlaştırılacaktır.
- 520.2. Kuantum teknolojileri, yapay zekâ, otonom sistemler, hipersonik teknolojiler gibi derin ve çığır açan teknolojilerde askeri ve sivil kullanıma yönelik Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetleri desteklenecektir.
- 557. Ülkemizde Milli Teknoloji Hamlesinin gerçekleştirilmesine yönelik yapay zekâ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, siber güvenlik, ileri malzeme, robotik, mikro/nano/opto-elektronik, biyoteknoloji, hidrojen teknolojileri, yenilenebilir enerji teknolojileri, batarya teknolojileri, genom düzenleme, karbon yakalama, kullanma ve depolama teknolojileri, yeni nesil nükleer reaktörler, füzyon, kuantum, algılayıcı teknolojileri ve katmanlı imalat teknolojilerine ilişkin gerekli Ar-Ge altyapısının tesis edilmesi, projelerin yürütülmesi ve ihtiyaç duyulan nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi sağlanacaktır.
- 573.5. Sınai mülkiyet tescil süreçleri, yapay zekâ teknolojileri kullanılarak hızlandırılacak, karar kalitesi artırılacak ve başarılı uluslararası uygulamalar ülkemize uyarlanacaktır.
- 581.4. Siber tehdit istihbaratı edinimi ve paylaşımı süreçleri, kaynak çeşitliliğinin artırılması, yapay zekâ ve büyük veri analitiği uygulamalarının geliştirilmesi suretiyle güçlendirilecek, ulusal siber güvenliği tehdit edici unsurların erken tespitine ve önlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilecektir.
- 591. Yapay zekâ alanındaki temel teknolojilerin geliştirilmesi desteklenecek ve kullanımı yaygınlaştırılacaktır.
- 591.1. Kamu, üniversite ve özel sektörün yapay zekâ alanındaki iş birlikleri güçlendirilecektir.
- 591.2. Yapay zekâ alanında uluslararası iş birlikleri artırılacaktır.

- 591.3. Yapay zekâ teknolojilerinin doğurduğu ihtiyaçlara yönelik gerekli hukuki düzenlemeler yapılacaktır.
- 626.2. İhracatçıların e-ihracat adımlarını öğrenebileceği yapay zekâ destekli eğitim platformları ile ihracatçıların küresel alıcılara ulaşılabilir kılacak ve dijital altyapılarını destekleyecek yeni nesil milli bir firmadan firmaya iş platformu hayata geçirilecektir.
- 688.2. Üniversitelerde kurumsal bulut hizmetlerinin sunulması, yapay zekâ, robotik ve artırılmış gerçeklik başta olmak üzere bilgi ve iletişim teknolojileri kapsamında araştırma ve eğitim amaçlı kullanılabilecek yazılım, araç ve ekipmanlara erişimin sağlanması desteklenecektir.
- 688.6. 5G ve ötesi yeni nesil iletişim teknolojilerinde yazılım, donanım ve altyapı alanlarında, nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri, kuantum, siber güvenlik, akıllı ulaşım, artırılmış gerçeklik gibi gelişen teknoloji alanlarında nitelikli insan gücü yetiştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilecektir.
- 695.3. Savunma sanayi, yapay zekâ, siber güvenlik, temiz ve sürdürülebilir enerji ile uzay teknolojileri gibi stratejik alanlarda nitelikli iş gücü yetiştirmeye yönelik kamu-üniversite-özel sektör iş birliği programları uygulamaya konulacaktır.
- 718.2. İlaçta akılcı tedarik yönetimi altyapısının güçlendirilmesi sağlanacak ve yapay zekâ uygulamalarıyla desteklenecektir.
- 906. Dijital dönüşüm kapsamında adalet hizmetlerinin sunumunda bilgi ve iletişim teknolojileri ve yapay zekânın kullanılması önemli görülmektedir.
- 920. Yargıda dijital dönüşüm sürdürülecek, adalet hizmetleri alanında yapay zekânın kullanımı artırılacaktır.
- 920.1. Yapay zekânın getirdiği imkânların dikkate alınması suretiyle karar destek sistemleri güçlendirilecektir.
- 920.2. Yapay zekâ uygulamalarının etik ve hukuki çerçevesi oluşturulacaktır.
- 922.3. Adli tıp hizmetlerinde yapay zekânın daha etkin kullanılması sağlanacaktır.
- 928.10. Güvenlik hizmetlerinin sunumunda yapay zekâ, robot teknolojisi, büyük veri analizi, iletişim ve uzay teknolojisi gibi teknolojilerden etkin olarak yararlanılacak, bu alanda yerli teknoloji ve üretim geliştirilecektir.
- 960.6. Kamu insan kaynakları yönetiminde veri analizi ve yapay zekâ gibi ileri teknolojilerin kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülecektir.
- 967.2. Kurumlar arası ileri veri analitiği ve yapay zekâ projeleri ile kurumsal kapasiteyi artırmaya yönelik kamu veri alanı altyapısı hayata geçirilecektir.

Turizm, Eğitim, Adalet, Adli Tıp, Siber Güvenlik, Güvenlik, Kayıt dışılıkla mücadele, İmalat sanayii, Sağlık, ilaç ve tıbbi cihaz sanayii gibi alanlar;

- 968. Kamu kurumlarının siber güvenlik tehditlerine karşı korunması ve dijital hizmetlerin sunumunda kişisel bilgilerin mahremiyetinin sağlanması ile yapay zekâ etik ilkelerinin tatbikine yönelik mekanizmalar güçlendirilecektir.
- 968.2. Kamuda yapay zekâ uygulamalarının geliştirilmesi ile ürün ve hizmet tedarikinde güvenilir yapay zekâ etik ilkeleri tatbik edilecektir.
- 452.2. Savunma, havacılık ve uzay sistemlerinde kullanılan "ileri seyrüsefer destek sistemleri" alanındaki yapay zekâ çiplerinin tasarımı ve üretimi sağlanacaktır.

Başta STB ve TÜBİTAK olmak üzere ilgili kurumlarımız, bu kalkınma planındaki hedeflere ulaşmak için çalışmalar yapmakta ve teşvik programları ile hedeflere ulaşmak için destekler sağlamaktadır.

1.7.2 Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025)

Türkiye'nin On Birinci Kalkınma Planı ile Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programlarına uygun olarak hazırlanan, "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (UYZS) 2021-2025"e ilişkin 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 20/08/2021 tarihli ve 31574 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.[182]

UYZS, YZ teknolojilerinde güçlü bir ekosistem inşa etmek ve ekonomik kalkınmayı hızlandırmak için hazırlanmıştır. Cumhurbaşkanlığı öncülüğünde yürütülen bu strateji, 6 temel öncelik, 24 amaç, 119 Eylemden oluşan Eylem Planı etrafında tasarlanmış olup vizyonu "müreffeh bir Türkiye için çevik ve sürdürülebilir bir YZ ekosistemiyle küresel ölçekte değer üretmek" olarak belirlenmiştir. Stratejinin temel öncelikleri şunlardır;

1. YZ Uzmanlarını Yetiştirmek ve Alanda İstihdamı Artırmak
2. Araştırma, Girişimcilik ve Yenilikçiliği Desteklemek
3. Kaliteli Veriye ve Teknik Altyapıya Erişim İmkânlarını Genişletmek
4. Sosyoekonomik Uyumu Hızlandıracak Düzenlemeleri Yapmak
5. Uluslararası İş Birliklerini Güçlendirmek
6. Yapısal ve İşgücü Dönüşümünü Hızlandırmak

Stratejinin uygulama süreci, Cumhurbaşkanı Yardımcısının başkanlığında toplanan "Yönlendirme Kurulu" tarafından koordine edilmekte olup ilgili tüm paydaşların yer aldığı, YZ Ekosistemi Danışma Grubu ve teknik çalışma grupları teşkil edilmiştir.

[182] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi:31.07.2025).

UYZS Eylem Planı, YZ alanındaki güncel gelişmeler, küresel çalışmalar ve ihtiyaçlar ile On İkinci Kalkınma Planı'nda belirlenen politika ve tedbirler doğrultusunda ve Yönlendirme Kurulunda alınan karar ile revize edilmiş ve 2024-2025 Eylem Planı oluşturulup devreye alınmıştır. Özellikle üretken YZ uygulamalarının getirdiği hızlı dönüşüm sürecine adapte olacak şekilde öncelikli adımlar belirlenerek yeni eylem planına dahil edilmiştir.

Uygulama süreci devam eden eylemler sayesinde; YZ projelerinin etkin ve etik ilkeler doğrultusunda yürütülmesi, YZ ekosistemimizin olgunluk seviyesinin ve rekabet gücünün yükseltilmesi ile küresel ölçekte değer üretilmesi hedeflenmektedir.

1.7.3 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi

2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, 26 Mart 2025 tarihinde ilan edilmiştir.[183] Millî Teknoloji Hamlesi vizyonu doğrultusunda, katılımcı bir yaklaşımla hazırlanmış olan 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, sanayi üretiminde ve teknolojide bağımsızlığı temin etmeyi ve Türkiye'yi, yüksek teknolojili ürün üretimi ve ihracatında lider ülkelerden biri konumuna taşımayı hedeflemektedir. Strateji; başta savunma, YZ, çip/yarı iletken, ilaç, tıbbi cihaz, mobilite ve yenilenebilir enerji teknolojileri olmak üzere, öncelikli olarak tanımlanmış yüksek teknoloji alanlarında, yerli ve millî üretim kapasitesini artırma gerekliliği temelinde yapılandırılmıştır.

Strateji kapsamında YZ, sadece bir teknoloji alanı değil; yüksek katma değerli üretim, veriye dayalı karar alma ve dijital egemenlik hedeflerinin vazgeçilmez bir unsuru olarak değerlendirilmektedir. Buradan hareketle, belgede YZ teknolojilerine ilişkin bilimsel bilgi üretimi, bu teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik stratejilere yer verilmiştir.[184] Bu stratejiler;

- Strateji 6. "Türkçe Büyük Dil Modeli" öncelikli olmak üzere, yerli üretken yapay zekâ modellerinin geliştirilmesine yönelik girişimler ve yatırımlar desteklenecek, bunların TÜBİTAK başta olmak üzere kamu ile etkileşimi teşvik edilecektir.
- Strateji 7. Yapay Zekâ Dönüşüm Programlarıyla YZ teknolojilerinin üretim süreçlerinde kullanımı artırılacak; işletmelerin YZ yetkinliklerini geliştirmek ve çalışanların YZ ile uyumunu sağlamak için uygulamalı eğitim programları oluşturulacaktır.

[183] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Strateji Belgeleri, https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/strateji-belgeleri, (Erişim Tarihi:31.07.2025).
[184] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı.

- Strateji 17. Kamu destekli fonların fonu mekanizmaları yaygınlaştırılacak; söz konusu mekanizmalar üzerinden biyoteknoloji, yapay zekâ, dijital dönüşüm gibi kritik alanlarda sektörel ve tematik girişim sermayesi fonları oluşturulacak ve büyük işletmelerin girişim sermayesi fonlarına katılması teşvik edilecektir.
- Strateji 19. TÜBİTAK öncülüğünde, öncelikli ve kilit teknoloji alanlarında hedef bütünlüğünü sağlamak ve kamu, sanayi ve akademi arasında çalışma grupları oluşturmak ve ortak araştırma projeleri yürütmek üzere, dört iş birliği ağı kurulacaktır:
- Temel Bilimler ve Tıp alanında HEYSEM Ağı
- Uygulamalı Bilimler, Ekoloji ve Mühendislik alanında CEZERÎ Ağı
- Bilgisayar Bilimleri, Yapay Zekâ ve Dijitalleşme alanında ARF Ağı
- Yer, Malzeme ve Uzay Bilimleri alanında BÎRÛNÎ Ağı
- Strateji 20. Yapay zekâ, çip/yarı iletken, genetik, kuantum ve siber güvenlik alanlarında ulusal araştırma altyapıları kurulacaktır.
- Strateji 21. TÜBİTAK araştırma destekleri, öncelikli on araştırma alanındaki bilimsel bilgi üretimini dünyadaki ilk on ülke düzeyine çıkaracak şekilde artırılacak ve yaygınlaştırılacaktır. Araştırma Alanları: 1) Bilgisayar Bilimleri; 2) Çevre Bilimleri; 3) Enerji; 4) Elektrik ve Elektronik Mühendisliği; 5) Farmakoloji, Toksikoloji ve Eczacılık; 6) Fizik ve Astronomi; 7) Kimya; 8) Malzeme Bilimi; 9) Matematik; 10) Yapay Zekâ.
- Strateji 24. Milli Teknoloji Akademisi çatısı altında çip tasarımı, yapay zekâ, otonom sürüş teknolojileri gibi alanlarda yürütülmekte olan Sektör Kampüste Programı ve Milli Teknoloji Uzmanlık Programları diğer kritik teknoloji alanlarına genişletilerek yaygınlaştırılacaktır.
- Strateji 62. Yapay zekâ, siber güvenlik, yenilenebilir enerji teknolojileri ve biyoteknoloji gibi stratejik alanlarda ihracatı artırmak için sektör odaklı özel Ar-Ge ve yatırım teşvikleri ve pazar geliştirme programları oluşturulacaktır.

1.7.4 2026 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

30 Ekim 2025 tarihinde yayınlanan 2026 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda[185] birçok tedbirin karşılanmasına yönelik yapılacak faaliyetler ve projeler kısmında YZ teknolojilerinden faydalanılacağı hedeflenmiştir. Bu Tedbir ve hedeflenen

[185] Resmi Gazete, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/10/20251030M1-1.pdf, (Erişim Tarihi: 13.11.2025).

Faaliyet ve Projeler aşağıdaki gibidir:

- Tedbir 397.5. Kamu hizmetlerinde dijital uygulamalar yaygınlaştırılacak, muhasebe ve harcama sistemlerinin bilişim altyapısı güçlendirilecek, ortaya çıkacak yeni hizmetlerin mevcut kamu idarelerince yerine getirilmesi sağlanacak ve böylece kamu harcamalarında verimlilik artırılacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ destekli muhasebe sistemleriyle kamu harcamalarında verimlilik ve tasarruf sağlanmasına, karar alma süreçlerinin desteklenmesine ve risk odaklı kamu mali denetim altyapısının güçlendirilmesine devam edilecektir.
- Tedbir 400.2. Teknolojik gelişmelerden yararlanarak vergi idaresinin dijital kapasitesi artırılacak, kamu kurumları arasındaki koordinasyon güçlendirilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ uygulamalarından faydalanmak suretiyle vergi daireleri tarafından verilen hizmetlerin etkinliği artırılacaktır.
- Tedbir 400.4. Mükelleflere sunulan hizmetlerin ve uygulamaların etkinliği artırılacak, son teknolojik gelişmeleri kapsayan yeni nesil iletişim kanalları kullanılarak mükelleflere 7/24 gerçek zamanlı hizmet sunulması sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ teknolojisi kullanılarak 7/24 çalışan, vergi mevzuatıyla ilgili soruların cevaplanmasına ve GİB elektronik ortam hizmetlerine en kısa sürede erişim sağlanması kabiliyetlerine sahip özelleştirilmiş bir sohbet robotunun geliştirilmesini de içeren Dijital Mükellef Temsilcisi Projesi (Yeni GİBİ) hayata geçirilecektir.
- Tedbir 401.4. Kayıt dışılıkla mücadele, yapay zekâ, büyük veri gibi teknolojik imkânlar destekli risk analiz faaliyetleriyle ve tüm tarafların etkin katılımıyla yürütülecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Risk Analizi Değerlendirme ve Araştırma (RADAR) Sisteminin etkinliğinin artırılmasını teminen risk analiz ve değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere yapay zekâ teknolojisine uygun yeni nesil risk senaryo ve veri modelleri hazırlanacaktır.
- Tedbir 411.9. Sağlık hizmetlerinin geri ödemesinde risk analizini ve hizmet sunucularının davranışlarını dikkate alan denetim modelleri geliştirilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ destekli risk analizi modellerinin kullanılmasıyla sağlık hizmet sunucularının denetimine yönelik çalışmalara devam edilecektir.

- Tedbir 427.11. Sıfır kirlilik hedefine yönelik emisyonlarını azaltarak enerji ve kaynak verimli üretim yaptığını raporlayan tesislerin temiz üretim yaptıklarını gösterecek şekilde sertifikalandırılmaları sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Sanayide yeşil dönüşümün belgelendirilmesine yönelik kullanılan sistemin yapay zekâ ile geliştirilmesi çalışmaları yürütülecektir.
- Tedbir 428.1. İmalat sanayiinde sektörel analizler yapılarak, yapay zekâ, büyük veri analitiği, ileri otomasyon vb. gibi dijital teknolojilerin imalat süreçlerine entegre edilmesi ve imalat sanayinde dijital dönüşüm teşvik edilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Dijital Dönüşüm Programıyla işletmelerin dijital teknolojileri imalat süreçlerine entegre ederek yapacakları dijital dönüşüm yatırımları desteklenecektir.
- Tedbir 452.1. Yapay zekâ ve nesnelerin interneti ekosistemlerinde kullanılan donanım ve yazılım ürünlerinin yerli imkânlarla üretilmesi desteklenecektir.
  - o TÜBİTAK UME'de süperiletken kuantum bilgisayar çipi ölçüm düzeneği kurulması faaliyetleri yürütülecektir.
  - o TÜBİTAK UME'de izole tek kübit çipleri üretilmesi faaliyetleri yürütülecektir.
  - o TÜBİTAK UME'de elmas bazlı kuantum ölçüm düzeneği kurulacaktır.
- Tedbir 489.1. Tarım işletmeleri ve üretici örgütlerinin akıllı tarım uygulamaları konusundaki beşeri ve teknik altyapılarının geliştirilmesi desteklenecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Üretici örgütlerine akıllı tarım uygulamaları konusunda teknik destek sağlanacaktır.
- Tedbir 520.2. Kuantum teknolojileri, yapay zekâ, otonom sistemler, hipersonik teknolojiler gibi derin ve çığır açan teknolojilerde askeri ve sivil kullanıma yönelik Ar-Ge ve Ür-Ge faaliyetleri desteklenecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekânın yatay teknoloji olarak kullanıldığı dokuz Ar-Ge projesinin yürütme faaliyetlerine devam edilecektir.
- Tedbir 556.1. Aşı, ilaç, tıbbi cihaz, tanı kiti gibi sağlık teknolojilerinde Ar-Ge projeleri ile katma değer yaratabilecek ürünlerin geliştirilmesi sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ tabanlı sistemler ve bilgisayar destekli tanı sistemleri kapsamında olan tıbbi cihaz alanında katma değer yaratabilecek ürünlerin geliştirilmesinde ulusal kurum ve kuruluşlarla iş birliği yapılarak ortak projeler üretilecektir.
- Tedbir 557.1. Kritik teknoloji alanlarında ülkemizin teknoloji üretme kapasitesi geliştirilmesi için projeler desteklenecektir.

- Yürütülecek Faaliyet: Ar-Ge ve yenilik destekleri, öncelikli sektörlerde yoğunlaşacak ve yapay zekâ, hidrojen teknolojileri, batarya teknolojileri gibi kritik teknoloji alanlarını öncelikli olarak kapsayacaktır.

• Tedbir 562.1. Yatırım bankacılığı, kurumsal ve bireysel girişim sermayesi, kitle fonlaması, etki yatırımcılığı, melek yatırımcılık gibi alternatif ve yenilikçi finansman imkânları güçlendirilecek ve kullanımları yaygınlaştırılacaktır.
  - Yürütülecek Faaliyet: Teknoloji odaklı girişimlere, yapay zekâ girişim sermayesi fonu ve ileri aşama girişim sermayesi fonu başta olmak üzere doğrudan yatırım ve fonların fonu aracılığıyla destek sağlanacaktır.
• Tedbir 573.5. Sınai mülkiyet tescil süreçleri, yapay zekâ teknolojileri kullanılarak hızlandırılacak, karar kalitesi artırılacak ve başarılı uluslararası uygulamalar ülkemize uyarlanacaktır.
  - Yürütülecek Faaliyet: Tescil süreçlerinde yapay zekâ kullanımı gereksinimleri ve hedef görünümü belirlenerek çözüm planı geliştirilecektir.
• Tedbir 584.3. Dijital ortamdaki verinin daha yüksek katma değer oluşturacak şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar desteklenecektir.
  - Yürütülecek Faaliyet: Veri Yönetişimi Çalışma Grubu tarafından ileri analitik ve yapay zekâ çalışmalarına yönelik ihtiyaç analizi ve öneriler raporu hazırlanacaktır.
• Tedbir 624.2. Dış ticaret işlemlerinde blokzincir ve otomatik karakter tanıma (OCR) gibi yenilikçi teknolojiler kullanılarak kâğıtsız ortamda gümrük uygulamaları yaygınlaştırılacaktır.

  Yürütülecek Faaliyetler:
  - İthalatta kâğıtsız gümrük uygulamalarına geçiş için gerekli teknik çalışmalara devam edilecektir.
  - Gümrük müdürlüklerince yürütülen beyanname kontrol süreçlerinin iyileştirilmesi ve eşyanın tarife, kıymet ve vergilendirilmesine yönelik olarak idarece yapılan tespitlerdeki doğruluk oranının artırılması amacıyla yapay zekâ destekli bir sistem geliştirilmesine yönelik çalışma yapılacaktır.
  - Bilgisayarlı Gümrük Etkinlikleri (BİLGE) Sistemi ve diğer elektronik gümrük uygulamaları üzerinden yürütülen gümrük ve lojistik süreçlerinin blokzincir, yapay zekâ vb. yenilikçi teknolojiler kullanılarak geliştirilmesine ve iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülecektir.

- Tedbir 665.2. Ölçme ve değerlendirmede bilgi ve iletişim teknolojileri aktif olarak kullanılacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ kullanımı ile açık uçlu sorulara ait cevapların puanlanması sağlanacaktır.
- Tedbir 666.1. Bireyselleşmiş öğrenme sistemi etkin hale getirilecek, uzaktan eğitim altyapısı iyileştirilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: MEBİ Bireysel Öğrenme Platformunun içerikleri 11. ve 12. sınıflar için hazırlanarak sisteme yüklenecek, öğrenme analitiği ve yapay zekâ destekli asistan geliştirilerek dijital eğitim platformları ile entegrasyonu sağlanacaktır.
- Tedbir 688.2. Üniversitelerde kurumsal bulut hizmetlerinin sunulması, yapay zekâ, robotik ve artırılmış gerçeklik başta olmak üzere bilgi ve iletişim teknolojileri kapsamında araştırma ve eğitim amaçlı kullanılabilecek yazılım, araç ve ekipmanlara erişimin sağlanması desteklenecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: İlgili devlet kurumlarıyla iş birlikleri yapılarak bulut hizmetleri başta olmak üzere bilişim hizmetlerinde harcamaların etkinleştirilmesine ve mükerrer harcamaların önlenmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.
- Tedbir 688.6. 5G ve ötesi yeni nesil iletişim teknolojilerinde yazılım, donanım ve altyapı alanlarında, nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri, kuantum, siber güvenlik, akıllı ulaşım, artırılmış gerçeklik gibi gelişen teknoloji alanlarında nitelikli insan gücü yetiştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: İhtiyaç ve kapasite doğrultusunda yapay zekâ, büyük veri ve siber güvenlik alanlarında yükseköğretim programlarının sayısı artırılacaktır.
- Tedbir 715.1. Dijital sağlık çözümlerinin sağlık sistemiyle etkin bir şekilde bütünleşmesi sağlanacak, hastanelerin dijitalleşme altyapısı desteklenecektir.
  - o Karar verme süreçlerinin daha etkin hale getirilmesi ve veri analizinin kalitesinin artırılması amacıyla SİNA Platformuna yapay zekâ desteği eklenecektir.
- Tedbir 718.2. İlaçta akılcı tedarik yönetimi altyapısının güçlendirilmesi sağlanacak ve yapay zekâ uygulamalarıyla desteklenecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında kullanılan ürün ve hizmetlerin izlenebilirliğini artırmak amacıyla yapay zekâ destekli tedarik yönetim sistemi kurulacaktır.

- Tedbir 740.4. Çocukların siber suçlar ve siber zorbalıklar konusunda bilinçlendirilmesi sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Çocukların siber suçlar ve zorbalıklar konusunda farkındalık kazanması için yapay zekâ destekli bireysel öğrenme platformu MEBİ'nin rehberlik modülüne bilinçlendirici videolar yüklenecektir.
- Tedbir 747.1. Okullarda, yükseköğrenim öğrenci yurtlarında ve gençlik merkezlerinde; sağlık, ilk yardım, teknoloji, sosyal medya, finansal ve hukuk okuryazarlığı konularında farkındalık artırıcı faaliyetler ile beceri güçlendirecek programlar yürütülecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: GençTek Bilişim Ekosistemi kapsamında yapay zekâ, siber güvenlik, robotik, dijital tasarım, e-ticaret, ağ programlama, mobil programlama, oyun tasarımı, e-spor, dijital bağımlılıklara fiziksel alternatif, havacılık sistemleri, bilişim hukuku ve güvenli internet çalışma grupları oluşturularak akran öğretimi ve meslektaş iş birliği temelinde etkinlikler gerçekleştirilecektir
- Tedbir 831.4. Uzaktan algılama ve görüntüleme sistemlerinin afet tehlike ve risk azaltma çalışmalarında etkin kullanımı sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Afet sonrası hasar tespitinde, İHA, uydu görüntüsü ve hava fotoğrafları kullanılarak hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirme imkanı sağlayacak yapay zekâ destekli altyapı geliştirilerek AYDES'e entegre edilecektir.
- Tedbir 920.1. Yapay zekânın getirdiği imkânların dikkate alınması suretiyle karar destek sistemleri güçlendirilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yargılama faaliyetlerini destekleyici yapay zekâ temelli öneri sistemleri geliştirilecektir.
- Tedbir 920.2. Yapay zekâ uygulamalarının etik ve hukuki çerçevesi oluşturulacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yapay zekâ uygulamalarının etik ve hukuki çerçevesini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılacaktır.
- Tedbir 922.3. Adli tıp hizmetlerinde yapay zekânın daha etkin kullanılması sağlanacaktır.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Adli Tıp Kurumunun teknolojik altyapısının yapay zekâ uygulamaları da kullanılarak geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılacaktır.

- Tedbir 928.10. Güvenlik hizmetlerinin sunumunda yapay zekâ, robot teknolojisi, büyük veri analizi, iletişim ve uzay teknolojisi gibi teknolojilerden etkin olarak yararlanılacak, bu alanda yerli teknoloji ve üretim geliştirilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Yeni Nesil 112 Yazılımı kapsamında yapay zekâ uygulamaları vatandaş odaklı hizmetlerde kullanılmak üzere genişletilecektir.
- Tedbir 947.2. Cumhurbaşkanlığı İletişim Merkezi (CİMER) sisteminin altyapısı geliştirilerek hizmet kalitesi yükseltilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: CİMER sisteminin yapay zekâ ile entegrasyonu gerçekleştirilecektir.
- Tedbir 960.6. Kamu insan kaynakları yönetiminde veri analizi ve yapay zekâ gibi ileri teknolojilerin kullanılmasına yönelik çalışmalar sürdürülecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Uzaktan Eğitim Kapısı platformunda kullanılan içerik öneri sistemi algoritması geliştirilerek kamu çalışanlarının ilgi ve tercihlerine göre eğitim önerileri sunulacaktır.
- Tedbir 968.2. Kamuda yapay zekâ uygulamalarının geliştirilmesi ile ürün ve hizmet tedarikinde güvenilir yapay zekâ etik ilkeleri tatbik edilecektir.
  - o Yürütülecek Faaliyet: Kamu idarelerinin yapay zekâ teknolojileri kaynaklı risklere karşı bilinçlendirilmesi ve potansiyel risklerin azaltılmasına yönelik etki analizi çerçevesi oluşturulacak ve yapay zekâ yönetim sistemi belgelendirme mekanizması hayata geçirilecektir.

1.7.5 Yetenek Gelişimi Destek Program ve Çalışmaları

1.7.5.1 Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi

Google Türkiye, STB, (mülga) Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisinin (CBDDO) desteği ve Girişimcilik Vakfı ve T3 Girişim Merkezi'nin iş birliğinde 2021 yılında hayata geçen ve 3 yılda 6500 gencin katılarak geleceğini tasarladığı Oyun ve Uygulama Akademisi gelişen yeni teknolojiler ışığında yenilendi. 2024 yılında Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi olarak kapılarını 2000 yeni bursiyere açan bu akademi, Türkiye'nin teknoloji sektörüne nitelikli iş gücü yetiştirmeyi hedefleyen sertifikalı bir yetkinlik kazandırma programıdır.[186]

Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi'nde, gençlerin hızla gelişen YZ çağında talep gören üretken YZ teknolojileri, veri bilimi, YZ eklentili oyun tasarımı gibi farklı alanlarda

[186] Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi, https://yapayzekaveteknolojiakademisi.com/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yetkinlik kazanmasını ve böylece Türkiye'nin dijitalleşme sürecinin hızlandırılması hedeflenmektedir.

Programa, üniversite öğrencileri ve üniversiteden yeni mezun olmuş, iş arayışında veya sektör değiştirip teknoloji sektöründe geçiş yaparak bu alanda işe girmek ya da kendi teknoloji girişimini kurmak isteyen 18-29 yaş arasındaki üniversite öğrencisi veya mezunu bireyler başvurabilmektedir.[187]

1.7.5.2 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Milli Teknoloji Akademisi

STB Milli Teknoloji Hamlesi'nin gerçekleşmesi yolunda ülkemizin teknolojik yetkinliğini artırmak amacıyla ilgili bütün paydaşlarla iş birliği yapılarak, etki gücü yüksek öğrenme ve gelişim programlarını hayata geçirmek ve bu alanda öncülük etmek için geliştirilen bir programdır.[188] Bu doğrultuda, sürekli büyüyen paydaş ağıyla birlikte programlar, sürekli güncellenerek ülkemizin beşerî sermayesine güç katıyor ve geleceğin teknolojik ihtiyaçlarına hazırlık yapılmaktadır.

"Geleceğe Yön Veren Uzmanlık Programları" kapsamında 2024 yılında üç alanda program düzenlenmiştir. Bunlar; YZ, Çip Tasarımı ve Otonom Sürüş Teknolojileridir.

YZ alanında "Yapay Zekâ Uzmanlık Programı" düzenlenmektedir. Program, lisans 3. ve 4. sınıf öğrencilerine yönelik olarak tasarlanmış ve "Veri İşleme ve Entegrasyon Uzmanlığı" eğitimi ile gençlerin YZ alanında yetkinlik kazanmaları hedeflenmektedir.

Program;

- Temel Eğitim,
- Uzmanlık Eğitimi,
- Bitirme Projesi,
- Staj

Olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Katılımcılar, teorik bilgilerini pratik projeler ve saha uygulamaları ile pekiştirme fırsatı bulmaktadır.

Programın ilk uygulama yılı olan 2023-2024 eğitim öğretim döneminde, 5.401 başvuru arasından 720 öğrenci Temel Eğitim almaya hak kazanmış, devamında 120 aktif (asil) ve 380 asenkron öğrenci olmak üzere toplam 500 öğrenci Uzmanlık Eğitimi aşamasını tamamlamıştır.

2024-2025 eğitim öğretim döneminde ise 1.000 öğrenci Temel Eğitim almaya hak

[187] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[188] Milli Teknoloji Akademisi, https://www.milliteknolojiakademisi.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kazanmış, devam eden süreçte 123 asil ve 437 asenkron öğrenci olmak üzere toplam 560 öğrenci Uzmanlık Eğitimi aşamasına geçmiştir.

1.7.5.3 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sektör Kampüste Programı

STB ile Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Başkanlığı arasında yapılan "Üniversite-Sektör İş birliği" protokolü kapsamında, sektörün ihtiyaç duyduğu insan kaynağının yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Sektör Kampüste Programı, firmaların üniversitelerde Milli Teknoloji Hamlesi (MTH) kodlu kredili dersler vermesi şeklinde gerçekleşmektedir.[189]

Bugüne kadar sektör kampüste programı kapsamında, 208 üniversitede YZ alanında 94 firma ders açmıştır. Bu dersleri 10.000'den fazla öğrenci almıştır.[190]

1.7.5.4 Yazan Zekâ Programı

STB, MEB ve BTK'nın destekleri ile, Güney Marmara Kalkınma Ajansı olarak Balıkesir ve Çanakkale illerini kapsayan TR22 Bölgesinde YZ Uzmanı Yetiştirme Programı (Yazan Zekâ) uygulamayı ve bu şekilde bölgede YZ ekosistemi oluşturulması hedeflenmiştir.[191]

Güney Marmara Kalkınma Ajansı, 2022 yılında imzalanan protokol çerçevesinde Balıkesir Üniversitesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ve Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi öğrencilerinden belirlenen kontenjan sayısı doğrultusunda seçim yapılarak YZ alanında ileri seviye eğitimlerle bu alanda nitelikli iş gücünün yetiştirilmesini hedeflemektedir.

1.7.5.5 BTK Akademi

BTK Akademi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) bünyesinde bilgi teknolojileri alanında eğitim, gelişim fırsatları sunmak amacıyla 2017 yılında kurulmuştur.[192] Kurulduğu günden bu yana dijital kariyere adım atmak isteyen herkese teknoloji dünyasında başarılı bir yolculuk için ihtiyacı olan tüm bilgi ve becerileri sunmaktadır. Hem yeni başlayanlar hem de profesyoneller için tasarlanmış eğitimlerle dijital dünyada sınır tanımayan, alanında öncü bir eğitim merkezidir. Akademide yazılım geliştirmenin yanında, YZ geliştirme, üretken YZ araçları, beşeri ve sosyal YZ gibi başlıklarda 90'dan fazla ders

[189] Sektör Kampüste Programı, https://sektorkampuste.sanayi.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[190] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[191] Yazan Zekâ Programı, https://www.yazanzeka.org/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[192] BTK Akademi, https://www.btkakademi.gov.tr (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

bulunmaktadır.[193]

Bu kapsamda düzenlediği sınıf içi ve çevrimiçi eğitim programlarıyla kamu ve özel sektörün ihtiyacı olan kaliteli iş gücünün üretilmesine katkı sağlamaktadır. Bilgi teknolojileri alanının bilinçli aynı zamanda etkin kullanılmasına yönelik bilinçlendirme çalışmaları yoluyla toplumun her kesiminin farkındalığını artırmaktadır.

Akademi 2018 yılından bu tarihe kadar 121.860 kişiye eğitim vermiştir. Çevrimiçi eğitimlerin yanında yüz yüze eğitimler 60 ilde yapılmaktadır.[194]

Eğitim faaliyetlerinin yanında Kamp, Atölye, Yarışma ve Zirve/Seminer gibi etkinlikler de düzenlemektedir. Akademi faaliyetleri kapsamında YÖK, MEB ve Savunma Sanayii Akademisi olmak üzere birçok kurum/kuruluş ile iş birlikleri yapılmaktadır.[195]

1.7.6 TÜBİTAK Destekleri

TÜBİTAK'ın akademi, kamu, özel sektör ve bilim insanlarına yönelik destek programları bulunmaktadır.[196] Son 5 yılda YZ alanındaki TÜBİTAK destekleri toplamı aşağıdaki gibidir:[197]

Akademi ve Kamu Destekleri: Son 5 yılda akademiye yönelik destek programları kapsamında 815 projeye 1,51 milyar lira destek sağlanmıştır.

Özel Sektör Destekleri: Son 5 yılda sanayiye yönelik destek programları kapsamında YZ alanında 2.120 projeye 4,76 milyar lira destek sağlanmıştır.

Bilim İnsanı Destekleri: Son 5 yılda bilim insanlarına yönelik burs ve destek programları kapsamında, 3.721 bilim insanı ve gencimize 5 milyar lira destek sağlanmıştır.

1.7.6.1 Yapay Zekâ Alanında Araştırma Burs Programları

Ortaokul-Lise-Üniversite Araştırma Proje Yarışmaları[198]: Bu yarışmalar ile öğrenciler projeler yoluyla araştırmaya teşvik edilmektedir. Son 5 yılda YZ alanında, 1904 Ortaokul-Lise öğrenci projesi, 240 Üniversite öğrenci projesi desteklenmiştir.[199]

Yurt İçi Öncelikli Alanlar Yüksek Lisans ve Doktora Burs Programları[200]: Programlar

---

[193] Rıdvan Kahveci'nin 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[194] a.g.e.
[195] a.g.e.
[196] TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler (Erişim tarihi: 31.07.2025).
[197] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[198] TÜBİTAK Yarışmalar, https://tubitak.gov.tr/tr/yarismalar (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[199] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[200] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ile yurt içinde yüksek lisans ve doktora eğitimi almak isteyen öğrenciler desteklenir. Son 5 yılda YZ alanında 178 öğrenci desteklenmiştir.

Sanayi Doktora Programı:[201] Üniversite-sanayi iş birliğini teşvik eden programıdır. Son 5 yılda YZ alanında 30 Projede 112 Öğrencisi desteklenmiştir.[202]

Yurt Dışı Doktora Sırası ve Sonrası Araştırma Burs Programı:[203] Yurt dışında doktora sırası veya doktora sonrası dönemde araştırma yapmak isteyen kişiler desteklenir. Son 5 yılda YZ alanında 609 Araştırmacı/Bursiyer desteklenmiştir.[204]

Yurt İçi Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı:[205] Doktora sonrası araştırmacılar desteklenir. Son 5 yılda YZ alanında 42 Araştırmacı/Bursiyer desteklenmiştir.[206]

Konuk veya Akademik İzinli Bilim İnsanı Destek Programı:[207] Yurtdışından bilim insanlarının Türkiye'deki dönemsel akademik ve Ar-Ge faaliyetleri desteklenir. Son 5 yılda YZ alanında 33 Araştırmacı desteklenmiştir.[208]

Ulusal Lider Araştırmacılar Programı:[209] Yurtiçindeki araştırmacıların öncül Ar-Ge projeleri desteklenir. 2020'den bu yana YZ alanında 16 Araştırmacı desteklenmiştir.[210]

1.7.6.2 TÜBİTAK 2232 - Uluslararası Lider Araştırmacılar Programı

Program kapsamında ülkemiz açısından stratejik öneme sahip araştırma alanlarında yürütülecek projelere katkı sağlamak üzere, alanlarında yaptıkları üst seviye bilimsel ve/veya teknolojik çalışmalar ile temayüz etmiş ve yurt dışında çalışma deneyimi olan başta Türk bilim insanları olmak üzere başarılı araştırmacıların yurtdışından Türkiye'ye gelmelerini teşvik etmek ve çalışmalarını Türkiye'nin önde gelen devlet veya vakıf yükseköğretim kurumlarında, 6550 kapsamında yeterlilik almış araştırma altyapılarında, kamu araştırma

[201] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[202] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[203] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[204] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[205] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[206] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[207] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[208] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[209] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[210] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

enstitülerinde, Ar-Ge veya tasarım merkezine sahip özel sektör kuruluşlarında veya teknoparklar bünyesinde Türkiye'de yerleşik sermaye şirketlerinde sürdürebilmeleri için destek verilir[211]. Bu programda, YZ alanında çalışan araştırmacılar için destek taban puanı ayrı belirlenerek bu alanda çalışan araştırmacılara avantaj sağlanmaktadır.

Program ile araştırmanın/projenin desteklenecek kalemleri aşağıdaki gibidir: yürütücüye yönelik destek, yürütücünün varsa eş veya çocuğu için aile yaşam gideri bursu, araştırma başlangıç paketi ödeneği, araştırma projesi desteği, araştırma ekibinin oluşturulması desteği, (Türkiye'de yürüteceği araştırma için araştırma ekibinde yer vereceği lisansüstü öğrenciler ve doktora sonrası araştırmacıdan oluşan toplamda en fazla beş bursiyerin burs giderleri), araştırma projesinde yer alacak araştırmacılara verilecek Proje Teşvik İkramiyesi (PTİ), projenin yapılacağı ev sahibi kurum/kuruluşa Kurum Hissesi, yürütücü ile eş ve çocukları için sağlık sigortası desteği, yürütücü ile eş ve çocukları için yol desteği, mentorluk desteği sağlanır. Destek süresi 24 ile 36 ay arasındadır.

1.7.6.3 TÜBİTAK 1711 – Yapay Zekâ Ekosistem Çağrıları

Bu çağrılar 2022 yılında başlamış ve her yıl tekrarlanmaktadır. 2025 yılında dördüncüsü yayınlanmıştır. 2022 yılında çağrıya başvuran 10 proje, 2023 yılında 18 proje ve 2024 yılında 13 proje desteklenmektedir, 2025 yılı çağrısı 15 Mayıs 2025'te başlamış ve 31 Ağustos 2025'te sona ermiştir.[212] Bu çağrıya toplam 53 proje başvurusu olmuş ve başvuruların değerlendirme süreçleri devam etmektedir.

Çağrı kapsamında, üniversite/kamu araştırma merkez ve enstitülerindeki bilgi birikiminden faydalanılarak, Türkiye'de yerleşik ve proje sonuçlarını Türkiye'de uygulamayı taahhüt eden şirketlerin geliştirdiği YZ teknolojilerinin; YZ çözümlerine kendi bünyelerinde ihtiyaç duyan şirketlerin ihtiyaçları doğrultusunda ürün ya da çözümlere dönüştürülmesi hedeflenmiştir.[213]

Bu destek modelinde, YZ çözümlerine ihtiyaç duyan şirketler, müşteri kurum olarak tanımlanmış ve proje bütçesinin belirli bir yüzdesini bu şirketlerin karşılaması şeklinde bir ortak fonlama mekanizması oluşturulmuştur. Başvurularda, müşteri kurum ile birlikte teknoloji sağlayıcı olarak en az bir şirket, bu konuda tecrübeli en az bir üniversite araştırma

---

[211] TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[212] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[213] TÜBİTAK Duyurular, https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/yapay-zeka-ekosistem-cagrisi-sonuclari-aciklandi-0 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

laboratuvarı/merkezi ya da kamu araştırma merkezi/enstitüsü ve TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü (YZE) ile protokol yaparak projelere başvurmaktadır.

Bu program kapsamında Türkiye Yapay Zekâ Ekosistemini harekete geçirerek aşağıda maddeler halinde verilen kazanımların elde edilmesi hedeflenmiştir:

1. Sanayinin ihtiyaç duyduğu YZ çözümlerinin üniversite katkıları ile teknoloji sağlayıcısı şirketlerimiz tarafından geliştirilmesi,
2. Hali hazırda üniversite/kamu araştırma merkezlerinde yerleşmiş olan YZ alanındaki bilgi birikiminin şirketlere aktarılması,
3. YZ alanında rekabet öncesi iş birliği yaklaşımının oluşturulması,
4. YZ girişimcilik ekosisteminin desteklenmesi,
5. YZ ekosistem aktörlerinin aktif bir iş birliği modeline yönlendirilmesi,
6. İhtiyaç sahibi şirketlere yapay zekâ alanındaki deneyimin ve bilgi birikiminin, teknoloji sağlayıcı firmalarca ve YZE aracılığıyla sürekli olarak aktarılmasının sağlanması
7. YZ alanında araştırmacı insan kaynağının yetiştirilmesi hedeflenmektedir.

TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, bu kapsamda geliştirilen çözümlerin temel entegrasyonundan ve oluşan bilgi birikiminin ekosisteme hızlı bir şekilde aktarılmasından sorumlu olacaktır. Bu amaçla, projeler sonucu elde edilecek genelleştirilmiş çözümler kataloğu, anonimleştirilmiş kullanım senaryoları veri tabanı, öğrenilmiş dersler ve iletişim platformu, tekrar kullanılabilir yazılım kütüphaneleri ve yöntem/araç öneri sistemi gibi proje çıktıları YZE bünyesinde toplanacaktır.

Bu program kapsamında beş öncelikli alan belirlenmiştir. Bu öncelikli alanlar:

1. Akıllı Üretim Sistemleri,
2. Akıllı Tarım, Gıda ve Hayvancılık,
3. Finans Teknolojileri ve E-Ticaret,
4. İklim Değişikliğinin Etkileri,
5. Akıllı Eğitim Teknolojileri

olarak belirlenmiştir.

1.7.6.4 TÜBİTAK 1007 – Kamu Yapay Zekâ Ekosistem Çağrıları

(Mülga) CBDDO, TÜBİTAK KAMAG ve TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü (YZE) iş birliğiyle, kamu kurum ve kuruluşlarının YZ alanındaki yüksek kamusal fayda sağlayan proje temelli ihtiyaçlarının teknik, idari ve mali açıdan desteklenmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Bu kapsamda "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi" çağrıları yayınlanmaktadır.[214]

Bu çağrılarla kamu kurumlarının mevcut veya tanımlanacak ihtiyaçlarına yönelik YZ temelli çözümler geliştirilmesi teşvik edilmektedir. Çağrılar; Finans Teknolojileri, Akıllı Üretim Sistemleri, Akıllı Tarım, Gıda ve Hayvancılık, İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik, E-Ticaret Teknolojileri, Akıllı Eğitim Teknolojileri gibi TÜBİTAK YZE'nin yetkinlik alanlarını kapsamaktadır. KAMAG 1007 Kamu YZ Ekosistemi Proje Çağrısı süreci Şekil 17'de gösterilmiştir.

Şekil 17. KAMAG 1007 Kamu YZ Ekosistemi Proje Çağrısı Süreci

İlk Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi Çağrısı 2023 yılında yayınlanmış, bu kapsamda Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ve Sigortacılık ve Özel Emeklilik Düzenleme ve Denetleme Kurumu (SEDDK) ile ilgili iki proje başlatılmıştır. İkinci çağrı ise 2024 yılında açılmış ve ihtiyaç analizleri tamamlanan yedi kamu kurumuna ait proje gereksinimleri yayınlanmıştır.[215] Bu çağrıya yönelik başvurular 24 Nisan 2025 tarihinde tamamlanmıştır. Başvuruların değerlendirme süreci devam etmektedir.

2023 Çağrısı Kapsamında Yürütülen Projeler:

---

[214] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[215] TÜBİTAK Duyurular, https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/kamu-yapay-zeka-ekosistemi-2024-cagrisinda-son-asamaya-gecildi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

- Proje Adı: Hizmet Sağlayıcılar Tarafından Fatura Edilen Sağlık Hizmetlerinin Yapay Zekâ Destekli Risk Analizi

Yürütücü Kurumlar: SGK ve Keydata Bilgi İşlem Teknolojileri

Amaç: Sağlık hizmeti sunucularının SGK'ya faturalandırdığı işlemlerin tıbbi uygunluk, evrak bütünlüğü, işlem gerekçesi ve mevzuat açısından YZ algoritmalarıyla değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu analizle, ödemeye esas teşkil eden işlemlerde riskli alan, tesis ve davranışların tespiti amaçlanmaktadır. Proje 1 Eylül 2024'te başlamış olup hâlen devam etmektedir.

- Proje Adı: Yapay Zekâ Teknolojileri ile Sigortacılık ve Özel Emeklilik Sektörlerinin Hizmet Kalitesinin Ölçülmesi ve Güçlendirilmesi

Yürütücü Kurumlar: SEDDK ve DataBoss Bilişim ve Enerji Ar-Ge Mühendislik

Amaç: SEDDK'ya ulaşan şikâyetlerin YZ algoritmaları ile konu başlıklarına ayrıştırılması, cevap metinlerinin otomatik oluşturulması ve bu verilerden yola çıkarak sigorta/emeklilik şirketlerinin hizmet performanslarının skorlama yoluyla değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Proje 1 Eylül 2024'te başlamış olup sürdürülmektedir.

2024 Çağrısı:

2024 yılı içerisinde 1007 Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi Programı kapsamında ikinci çağrı yayınlanmış, yedi kamu kurumuna ait ihtiyaçlar ilan edilmiş ve toplam 36 başvuru alınmıştır. Değerlendirme süreçleri başlatılmıştır. İlgili kurumlar ve proje konuları aşağıda sunulmuştur:

- Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı: CİMER Başvuruları İçin Entegre Yapay Zekâ Destekli Anlamlandırma, Yönlendirme ve Yanıtlama Sistemi Projesi
- Gelir İdaresi Başkanlığı: Yapay Zekâ Destekli E-Özelge Projesi
- Hazine ve Maliye Bakanlığı: Kamu Hazinesinde Nakit Yönetimi, Risk Analizi ve Portföy Optimizasyonu İçin Yapay Zekâ Temelli Karar Destek Sistemi
- Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu: Yapay Zekâ Destekli Finansal Analiz
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM): Türkçe Yeterlilik Sınavında Konuşma ve Yazma Becerilerinin Yapay Zekâ ile Değerlendirilmesi
- Tarım ve Orman Bakanlığı: Uydu Görüntüleri ile Su Miktarı ve Kalite Parametrelerinin Yapay Zekâ ile Tespiti
- Türkiye Adalet Akademisi: Akıllı Eğitim Teknolojileri ile Adalete Erişimin Güçlendirilmesi

1.7.6.5 TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destekleme ve 1812 Yatırımcı Tabanlı Girişimcilik Destek Programları (BiGG)

TÜBİTAK BiGG programları ile girişimcilerin, teknoloji ve yenilik odaklı iş fikirlerini katma değer ve nitelikli istihdam yaratma potansiyeli yüksek teşebbüslere dönüştürebilmeleri için, fikir aşamasından pazara kadar olan faaliyetlerinin desteklenmesi, böylece nitelikli girişimciliğin özendirilmesi ve uluslararası piyasalarda rekabet edebilen, yenilikçi, teknoloji düzeyi yüksek ürün ve süreçleri geliştirebilen teknoloji tabanlı başlangıç firmalarının oluşturulması hedeflenmektedir.[216]

Bu program, yenilikçi iş fikirlerinin ticari ürüne/sürece/hizmete dönüştürülmesine yönelik Hızlandırma Programı, Tohum Öncesi Yatırım ve Tohum Yatırım aşamaları olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.[217] Girişimci her bir aşamayı sırasıyla tamamlayarak TÜBİTAK tarafından uygun bulunması durumunda bir sonraki aşamaya geçerek fikirden, teşebbüs ve ürün geliştirme aşamalarını gerçekleştirmektedir.

Program kapsamında 2012 yılından bu yana, 48.666 iş fikri başvurusu olmuş ve bunlardan 22.111 fikir birinci aşamaya alınmış, 7.188 fikir ikinci aşamaya geçmiş, 2.490 fikir üçüncü aşamaya geçerek firma kurulmuş ve ürün geliştirilmiştir. Bu kapsamda toplam 2,6 Milyar lira destek sağlanmıştır. Program dahilinde YZ alanında 477 girişimci desteklenmiş ve bu desteklerin toplamı 539 Milyon lira olmuştur.[218] YZ alanındaki başvurular son dönemlerde artarak devam etmektedir.

1.7.6.6 TÜBİTAK Uluslararası Destek Programları

TÜBİTAK, ülkemiz araştırmacılarının uluslararası ve ortaklı destek fonlarına başvuru kapasitesinin ve başvurularda başarı performansının iyileştirilmesi ile ikili ve çok taraflı uluslararası Ar-Ge iş birliklerine katılımın artırılmasına yönelik destek ve ödül programları sunmaktadır. Bu programlar aşağıdaki gibidir:

- 1071 - Uluslararası Araştırma Fonlarından Yararlanma Kapasitesinin ve Uluslararası Ar-Ge İşbirliklerine Katılımın Arttırılmasına Yönelik Destek Programı
- Ufuk Avrupa Programı
- 1509 - TÜBİTAK Uluslararası Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı

[216] TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1512-girisimcilik-destek-programi-bigg, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[217] TÜBİTAK Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1812-yatirim-tabanli-girisimcilik-destek-programi-bigg-yatirim, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[218] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

- 1709 – EUREKA-EUROSTARS
- 1719 Eureka Network Çağrıları
- Eureka Seyahat Desteği

Ufuk Avrupa Programı çerçevesinde, Türkiye'de faaliyet gösteren kuruluşların Avrupa Birliği Çerçeve Programları (AB ÇP) kapsamındaki araştırma, geliştirme ve yenilik faaliyetlerine etkin katılımını sağlamak amacıyla yürütülen destek ve ödül programları düzenlenmektedir. Bu programlara aşağıda verilen bağlantı üzerinden erişilebilir.[219] Bu kapsamdaki proje çağrılarına başvurabilmek için, seyahat, üyelik, başvuru eğitimi ve ödül gibi destekler verilmektedir.

Bunlarla birlikte Türkiye, Barcelona Supercomputing Center Yapay Zekâ Fabrikası (BSC AIF) Projesine ortak olarak katıldı.[220] Avrupa'da yer alan endüstri ve kamu sektörünün yenilikçi çalışmaları için, yüksek başarımlı hesaplama kaynaklarına erişim, bu kaynakların kullanımı esnasındaki teknik destek, hazır ve yüksek kalitedeki veri kümelerine erişim ile YZ çalışmalarını ivmelendirmek amacıyla desteklenecek EuroHPC-2024-CEI-AI-02 çağrısının ilk sonuçları belli oldu. Türkiye, İspanya konsorsiyumunda Portekiz ve Romanya ile birlikte, BSC Yapay Zekâ Fabrikası (BSC AIF) proje önerisinde yer aldı. İlgili projenin, önerilen diğer 6 proje ile birlikte, Avrupa'daki YZ inovasyonunun güçlendirilmesi amacıyla desteklenmesine karar verildi.

1.7.6.7 TÜBİTAK Bilim ve Toplum Faaliyetlerinde Yapay Zekâ

TÜBİTAK Bilim Fuarları Destekleme Programı:[221] Bu program ile 5-12 sınıf öğrencilerinin bilimsel çalışmalar gerçekleştirme konusunda teşvik edilmeleri, bilimsel araştırma yöntemleri ve bilim etiğini öğrenmeleri, günlük hayatta karşılaşılan problemlere sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler geliştirmeleri, takım çalışması ile disiplinler arası proje hazırlama kültürü kazanmaları, temel, bütünleşik ve üst düzey düşünme becerilerini kazanmaları, farklı bilim dallarına yönelik kariyer bilinci geliştirmeleri, bilim ve teknolojinin üreticisi olan bireyler olarak yetişmelerine destek olacak ortamlarla karşılaşmaları amaçlanmaktadır.

Son yıllarda, "Yapay Zekâ", "Algoritma Tasarımı ve Uygulamaları", "Artırılmış, Sanal ve Karma Gerçeklik", "Büyük Veri ve Bulut Bilişim", "Dijital İkiz", "Dijital Oyun

[219] Ufuk Avrupa, https://ufukavrupa.org.tr/tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[220] Ulusal Yapay Zekâ Fabrikası. https://tubitak.gov.tr/tr/haber/ulusal-yapay-zeka-fabrikasi-kuruluyor
[221] TÜBİTAK Bilim Fuarları Destekleme Programı, https://bilimiz.tubitak.gov.tr/bilimFuari.htm, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Tasarımı", "Makine Öğrenmesi" ve "Robotik ve Kodlama" gibi tematik konularda bilim fuarları düzenlenmektedir. 2024-2025 çağrı döneminde YZ alanında 1.452 proje başvurusu, diğer 7 tematik konuda 10.589 proje başvurusu alınmıştır.

TÜBİTAK Bilim Merkezleri:[222] Bilim merkezleri ile toplumumuzda bilim kültürünü yaygınlaştırılması, toplumun bilime olan ilgi ve merakını artırılması hedeflenmektedir. Ülkemizde bilim merkezlerinin kurulması ve yıllar içinde sayılarının artırılması desteklenerek toplum ile bilimi buluşturmak amaçlanmaktadır. Ülkemizin pek çok yerinde atölye çalışmalarını desteklenmekte, herkesin bilimin eğlenceli dünyasını keşfetmelerini sağlamak adına birçok çalışma yürütülmektedir. Büyük ölçekli bilim merkezlerinde YZ ve kodlama konularında ziyaretçilerin deneyimleyerek öğrenebilecekleri sergi alanları açılmıştır. Bugüne kadar hizmete açılan 35 büyük ölçekli ve küçük ölçekli bilim merkezinde 13,2 milyondan fazla ziyaretçiyi ağırlanmıştır.

Deneyap Teknoloji Atölyeleri:[223] Deneyap Teknoloji Atölyeleri, 2018 yılında başlatılan "DENEYAP Türkiye" projesi kapsamında, 4. sınıf ve 5. sınıf, 8. sınıf, 9. sınıf ve lise hazırlık sınıfı kademesindeki öğrencilerin katılabildiği, 36 aylık bir eğitim programı ve program sonunda proje geliştirilmesinden oluşmaktadır. Bu atölyelerde öğrencilere Robotik ve Kodlama, Yazılım Teknolojileri, İleri Robotik ve YZ alanlarında eğitimler verilmektedir. Eğitimlerin uygulama ağırlıklı olmasından ötürü her derslikte bir mühendis ve bir öğretmen olmak üzere iki eğitmen vardır.

2024 yılı Eylül ayında yaklaşık 19 bin öğrenci Deneyap Teknoloji Atölyelerindeki eğitimlere başlamıştır. Toplam 44 hafta süren ücretsiz eğitimler ve bitiminde takımlar halinde proje üretme çalışmaları yapılmaktadır.

Bunların yanında Bilim Söyleşileri, Popüler Bilim Dergileri ve Bilim Kitapları ile bilim ve toplum faaliyetleri yürütülmektedir. Son 5 yıl içinde Bilim Dergilerinde 100'ü aşkın YZ konulu bilim yazısı yayınlanmış, YZ ve kodlama konularına ilişkin 261 Bilim Söyleşisi yapılmıştır.[224]

1.7.7 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge Teşvikleri

1.7.7.1 Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı

Teknoloji Odaklı Sanayi Hamlesi Programı, Türkiye'de katma değerli üretimin

[222] TÜBİTAK Bilim Merkezleri, https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[223] DENEYAP Türkiye, https://www.deneyap.org/tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[224] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

artırılması amacı doğrultusunda, STB ve bağlı/ilgili kuruluşları tarafından sağlanan destek ve teşviklerin tek pencereden yönetilerek orta-yüksek ve yüksek teknoloji seviyeli sektörlere yoğunlaştırılmasına yönelik özel bir programdır.[225] Programın amacı, Türkiye'de orta-yüksek ve yüksek teknoloji seviyeli, katma değeri yüksek ürünlerin ve bu sektörlerin gelişimi için kritik önemi haiz ürünlerin üretiminin artırılması ve bu çerçevede yeni üretim imkân ve kabiliyetlerinin ülkemize kazandırılmasıdır. Bu amaçlar doğrultusunda, 18/9/2019 tarih ve 30892 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan Öncelikli Ürün Listesi Tebliği ile liste kapsamında yer alan birçok farklı Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP Kodu) ve Yenilikçi Teknoloji Alanında YZ ile doğrudan veya dolaylı bağlantılara sahip sektör ve ürüne destek sağlanmaktadır.

YZ alanıyla ilgili olarak Program kapsamında 2021 yılında açılan Mobilite ve Dijital Dönüşüm çağrılarıyla "ileri batarya ve enerji yönetim sistemleri (akıllı batarya sistemleri, iklimlendirme sistemleri, enerji depolama teknolojileri, YZ, güvenlik yönetimi, veri işleme ve haberleşme, ölçüm ve görüntüleme) ve yapay görme, görüntü ve video işleme teknolojileri (YZ temelli, analiz, tahmin ve karar destek sistemleri)" başlıklı Yenilikçi Teknoloji Alanlarında toplamda 4 projeye destek sağlanmaktadır.

2025 yılı rakamları ile desteklenmekte olan projeler kapsamında 100,9 milyon lirası Ar-Ge harcaması olmak üzere toplamda 6,2 milyar liralık yatırım hayata geçirilecektir. YZ alanında desteklenen projelerin öngörülen 5 yıllık katma değer toplamının ise 30,5 milyar lira düzeyinde olacağı öngörülmektedir.

Bunun yanı sıra programın son çağrısı olan Yükselen Yenilikçi Teknolojiler Çağrısı;

- Akıllı, güvenli, YZ temelli otonom sürüş teknolojileri,
- İleri batarya ve enerji yönetim sistemleri (akıllı batarya sistemleri, iklimlendirme sistemleri, enerji depolama teknolojileri, YZ, güvenlik yönetimi, veri işleme ve haberleşme, ölçüm ve görüntüleme),
- Yapay görme, görüntü ve video işleme teknolojileri (YZ temelli, analiz, tahmin ve karar destek sistemleri),
- YZ ve derin öğrenmeye dayalı siber güvenlik teknolojileri,
- Doğal Afetlerin ve Çevresel Zararların Öngörülmesi, Tespiti, Engellenmesi, Uzaktan Algılanması, Etkilerinin Ortadan Kaldırılması vb. ile ilgili Teknolojiler (Deprem, Sel, Su Baskını, Fırtına, Orman Yangını, Kuraklık, Müsilaj, Don, Dolu,

[225] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı.

Deniz Kirliliği, Mikro Plastikler, Toprak Kirlenmesi, Çölleşme vb. için Yapay Zekâ, Biyosensör vb. dahil),

- YZ Destekli Yüksek Seviye Otomasyon (Hyper-Automation) Teknolojileri,

gibi bir çok Yenilikçi Teknoloji Alanı destek kapsamında yer almaktadır. Çağrı kapsamında gelen başvuruların değerlendirme süreçleri devam etmektedir.

1.7.7.2 Teknoloji Geliştirme Bölgeleri (TGB), Ar-Ge ve Tasarım Merkezi Destekleri

4691 sayılı Kanun ile Teknoloji Geliştirme Bölgelerinde, 5746 sayılı Kanunla da Ar-Ge ve Tasarım merkezlerinde projeler yürüten firmalara, kuluçka firmaları ile girişimcilere vergisel indirim, istisna ve muafiyetler başta olmak üzere, SGK primi işveren hisse desteği, Bakanlıkça ilan edilen alanlardan mezun Ar-Ge personeli istihdam eden işletmelere iki yıl boyunca brüt asgari ücret tutarında maaş desteği, projeler kapsamında satın alınan makine teçhizat ve ekipmanlar için de KDV istisnası sağlanmakta, ayrıca Teknoparklarda bunlara ilaveten indirimli kira desteği, doktora öğrencisi istihdam desteği ve ilave birçok destek sunulmaktadır ve bu desteklerin süresi 2028 yılına kadar uzatılmıştır.[226]

Sunulan tüm bu destek ve teşviklerden YZ alanında faaliyet gösteren firma ve merkezler yararlanabilmektedir. Ayrıca Teknoparklardaki firmaların geliştirdikleri yazılımları KDV'den müstesnadır. Teknoparklar ile Ar-Ge ve Tasarım merkezlerinde yer alan personel için sunulan tüm destekler, ayrıca uzaktan çalışılması durumunda da sağlanmaktadır. Tüm personel için %75 oranında uzaktan çalışma imkânı ile birlikte YZ alanında çalışan yazılım geliştiricilerin de dahil olduğu bilişim personeli için %100 uzaktan çalışma olanağı sunulmaktadır (27/12/2024 tarihli ve 9368 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile 31/12/2025 tarihine kadar).

Bugün itibariyle Teknoparklarda YZ alanında faaliyet gösteren 3.070 firma bulunmaktadır. Bu firmalarda devam eden proje sayısı 5.046, tamamlanan proje sayısı 12.367'dir. Bu firmalarda 48.401 personel istihdam edilmektedir.

Faaliyet gösteren 343 Ar-Ge merkezinde "Yapay Zekâ" içerikli 785 proje yer almaktadır. Bu projelerden 380'i tamamlanmış, 405'i devam etmektedir.

YZ teknolojilerine yönelik projeler yürüten 9 Tasarım merkezi bulunmaktadır. Bu merkezlerde istihdam edilen personel sayısı 190'dır. Bu merkezlerde 4 proje tamamlanmış, 8 proje ise devam etmektedir.

[226] a.g.e.

1.7.7.3 Teknogirişim Sermayesi Programı

Bu program; yüksek eğitimli ve nitelikli gençlerin teknoloji ve yenilik odaklı iş fikirlerini katma değer ve nitelikli istihdam yaratma potansiyeli yüksek teşebbüslere dönüştürebilmelerinin desteklenmesi, izlenmesi, sonuçlandırılması ve sonuçların değerlendirilmesini kapsar.[227]

Programa, örgün öğrenim veren üniversitelerin herhangi bir lisans programından bir yıl içinde mezun olabilecek durumdaki öğrenci, yüksek lisans veya doktora öğrencisi ya da lisans, yüksek lisans veya doktora derecelerinden birini ön başvuru tarihinden 1 en çok 5 yıl önce almış kişiler başvurabilir.

1.7.7.4 Kalkınma Ajansları Programı

Bugüne kadar Kalkınma Ajansları mali ve teknik destek programları kapsamında YZ alanında 67 projeye 75,4 milyon liralık destek sağlamış; yararlanıcıların eş finansmanı ile birlikte 108,5 milyon liralık yatırım hacmi oluşturulmuştur. Bununla birlikte Kalkınma Ajansları aracılığıyla bölgesel düzeyde YZ ekosisteminin güçlendirilmesine yönelik destek programları yürütülmektedir.[228]

1.7.7.5 Veri Merkezi Teşvikleri

Bilindiği üzere YZ'nin geliştirilmesindeki en önemli etkenlerden ikisi büyük veri ve hesaplama altyapısıdır. Veri merkezleri, kurum/kuruluşların dijital operasyonlarının yürütülmesi yanında YZ için gerekli olan büyük veriyi saklamaları ve hesaplama altyapısı bulundurmaları dolayısı ile YZ zekâ teknolojilerinin gelişimi için önemli bir ihtiyaçtır. Bu kapsamda, 28 Haziran 2021 tarihli ve 4191 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Kararda Değişiklik Yapılmasına Dair Karar" yürürlüğe konulmuştur. Bu Karar'a göre, ANSI/TIA-942 veya Uptime Institute TİER-3 ya da üstü seviyede olan ve asgari 5.000 m^2 beyaz alan şartını sağlayan veri merkezi yatırımları öncelikli yatırımlar kapsamında değerlendirilmektedir ve 5. bölge teşvik unsurlarından (Cazibe Merkezleri Programı (CMP) teşvikleri) yararlanmaktadır. Bu program çerçevesindeki teşviklerden Kalkınma Ajansları Yatırım Destek Ofislerine başvurularak faydalanılır. Bu teşvikler; Gümrük Vergisi ve KDV Muafiyeti, Vergi İndirimi, Sigorta Primi İşveren Hisse Desteği, Yatırım Yeri/Alanı Tahsisi, Faiz veya Temettü Desteği gibi kalemlerden

[227] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge Teşvikleri, https://tesvikrehberi.com/sanayi-ve-teknoloji-bakanligi-ar-ge-tesvikler/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[228] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı.

oluşmaktadır. Bunlarla beraber Veri Merkezlerinin yurt dışına da hizmet vermesi (hizmet ihracatı yapması) şartıyla, "Türkiye Bilişim Sektörünün Uluslararasılaştırılması ve E-Turquality"[229] programı kapsamında Ticaret Bakanlığı destekleri de mevcuttur.

1.7.7.6 KOSGEB Destekleri

Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB), ülkemizdeki küçük ve orta ölçekli işletmeleri, yenilikçi, rekabetçi ve ihracat odaklı bir yapıya dönüştürecek destekleri sağlamak amacıyla STB'ye bağlı kurulmuş bir kurumdur.[230]

KOSGEB'in bilişim teknolojileri ve YZ alanındaki destek programları aşağıdaki gibidir:

- KOBİ Teknolojik Ürün Yatırım (TEKNOYATIRIM) Destek Programı
- Stratejik Ürün Destek Programı
- TEKMER Destek Programı
- Girişimci Destek Programı
- KOBİ Dijital Dönüşüm Destek Programı
- Yeşil Sanayi Destek Programı

2020-2025 yılları arasında YZ alanının dahil olduğu NACE Kodu 62.10 "Bilgisayar programlama faaliyetleri sektöründe faaliyet gösteren 5 bin işletmeye 2,2 milyar lira tutarında destek sağlanmıştır.[231]

- Kapasite Geliştirme Destek Programı ile YZ alanında 25 işletmenin 394 milyon liralık projesi onaylanmıştır.
- Temaları arasında YZ bulunan ve bu alanda proje üreten girişimcilere hizmet sunan 19 TEKMER için yaklaşık 37 milyon lira destek sağlanmıştır.

1.7.7.7 Sektörel Türkçe Büyük Dil Modeli Çağrısı

STB, Türkçe Büyük Dil Temel Modeli Sektörel Uyarlama Projesi Çağrısı başlığı ile Türkiye'nin yerli ve milli YZ kapasitesini güçlendirmek amacıyla Rekabet Öncesi İşbirliği Programı kapsamında önemli bir destek programı yayınlamıştır.[232] Bu kapsamda "Sektörel

[229] Türkiye Bilişim Sektörünün Uluslararasılaşması ve E-Turquality (Bilişimin Yıldızları) Programı, https://ticaret.gov.tr/destekler/hizmet-sektoru-destekleri/bilisim, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[230] KOSGEB, https://www.kosgeb.gov.tr/site, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[231] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı.
[232] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Rekabet Öncesi İşbirliği Projeleri, https://rip.sanayi.gov.tr/anasayfa/Home/CagriDuyurusuTBDM, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Türkçe Büyük Dil Modeli Geliştirme" çağrısı açılmıştır. Çağrı kapsamında, Türkçe büyük dil temel modellerine görüntü ve/veya ses işleyebilme, video üretebilme, çeviri yapabilme, fonksiyon çağırma (YZ ajanları) gibi özellikler kazandırılması ve bu modellerin finans ve bankacılıktan e-ticarete, eğitimden sağlığa, sanayiden kamu hizmetlerine kadar birçok sektörde kullanılmak üzere sektöre özel ince ayarlanmış versiyonlarının oluşturulması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, 12. Kalkınma Planında yer alan dijital dönüşüm ile rekabetçi üretim politikası ve Milli Teknoloji Hamlesi hedeflerinin gerçekleşmesine katkı sunacak olan Türkçe büyük dil modeli kabiliyetinin ülke geneline yayılması hedeflenmekte olup bu sayede verimlilik, erişim ve kullanıcı deneyimini artırmak amacıyla farklı sektörlerin üretken YZ ihtiyaçlarının karşılanması ve sektörlere özgü çözümlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çağrı kapsamında her proje için 50 milyon liraya kadar hibe desteği sağlanacaktır. Çağrı için son başvuru tarihi 29 Ağustos 2025'dir. Çağrı kapsamında toplam 57 proje başvurusu alınmış ve bu başvuruların değerlendirme süreçleri başlamıştır.

1.7.7.8 Sağlık Bakanlığı TÜSEB TÜYZE Yapay Zekâ Proje Çağrıları

Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE), Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) bünyesinde 12.12.2019 tarihinde kurulmuştur. TÜYZE'nin dört ana fonksiyonundan birisi de bilimsel ve teknik desteklerdir.[233]

TÜYZE hem akademik çalışmalar hem yarışmalar hem de doğrudan proje konulu çağrılar ile YZ alanında destekler sunmaktadır.[234] Bu çağrılardan bazıları şunlardır: Yapay Zekâ Tabanlı Tıbbi Görüntü İşleme Projesi Çağrısı-2023, Yapay Zekâ Tabanlı Protez Geliştirme Çağrısı-2023, Sağlıkta Akıllı Takip ve Tedavi Sistemleri Çağrısı-2023, Dijital Patoloji Tıbbi Görüntü İşleme Projesi Çağrısı-2024, Dijital Patoloji Slayt Tarama Cihazı Proje Çağrısı-2024. 2021'den itibaren TEKNOFEST bünyesinde Sağlıkta YZ yarışmaları düzenlenmektedir.

Bu destek ve çağrıların önümüzdeki yıllarda da devam etmesi planlanmaktadır.

1.8 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ ÇALIŞMALARI VE PROJELERİ

1.8.1 Araştırma Merkezleri ve Altyapılar

Ülkemizde kamuda hem kamu desteği ile hem de doğrudan özel sektör ve STK'lar olarak YZ çalışmaları için çeşitli araştırma merkezleri ve alt yapıları mevcuttur. Bunlardan

[233] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[234] Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB), https://www.tuseb.gov.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

başlıcaları aşağıda verilmektedir.

1.8.1.1 TÜBİTAK Destekli Öncül Araştırma Laboratuvarları

TÜBİTAK 1515 Öncül Ar-Ge Laboratuvarları Destekleme Programının amacı; Türk bilim insanlarının araştırma niteliklerinin yükseltilmesi ve ülkemizin belirli bilim ve teknoloji alanlarında küresel çekim merkezi olmasının sağlanmasıdır.[235]

Belirtilen amaçlarla, alanında öncül bilimsel ve teknolojik bilgi üreten ulusal/uluslararası kuruluşların Türkiye'de kuracağı Ar-Ge Laboratuvarlarının belirli giderleri geri ödemesiz (hibe) olarak desteklenmektedir.

Alanında öncül bilimsel ve teknolojik bilgi üreten ulusal/uluslararası kuruluşların, geleceğin teknolojilerini geliştirmeye dönük bilimsel hedefler içeren ve değerlendirme sonucu TÜBİTAK tarafından kabul edilen araştırma programı kapsamında;

- Yeni bilgiler üretilmesi ve uygulanması,
- Bilimsel yorumların yapılması,
- Güncel ve gelecekte karşılaşılması muhtemel teknolojik ve bilimsel problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar yapılması,
- Kavramsal doğrulama, yeni kuramsal çerçeveler oluşturulması amaçlı temel ve/veya uygulamalı araştırmaya dayanan faaliyetlerinin desteklenmesi esastır.

Program kapsamında bugüne kadar 14 öncül araştırma laboratuvarları kurulmuş ve desteklenmiştir. 2023 yılı süresince bu laboratuvarlarda 169 araştırmacı, 31 yurt dışından uzaktan çalışan araştırmacı desteklenmiş ve bu çalışmalar sonucunda 147 bilimsel makale ve 156 patent çalışması yürütülmüştür. [236]

1.8.1.2 Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE)

Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE), Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) bünyesinde 12.12.2019 tarihinde kurulmuştur.[237]

Enstitü'nün kuruluş amacı, veri araştırmaları ve YZ uygulamaları çerçevesinde yenilikçi araştırma-geliştirme faaliyetleri yürüterek sağlık alanındaki problemlerin çözümüne

[235] TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1515-oncul-ar-ge-laboratuvarlari-destekleme-programi, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[236] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[237] Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE), https://tuyze.tuseb.gov.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ve sağlık hizmetlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik ileri seviye yöntemler, teknolojiler ve yüksek katma değerli ürünler geliştirmek, veri bilimi ve YZ alanında yetkinlik sahibi insan kaynağını sağlamaya yönelik eğitimler vermek, sağlık veri araştırmaları ve YZ alanında yurt içi ve yurt dışı iş birlikleri gerçekleştirmek ve ülkemizin dijital sağlık ekosisteminin oluşturulması için gerekli araştırma, geliştirme, eğitim, organizasyon ve koordinasyon çalışmalarını yürütmektir.

1.8.1.3 MESS Teknoloji Merkezi

Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası (MESS), dünya standartlarında bir teknoloji merkezi olarak kurgulanan, Endüstri 4.0'ın yarattığı dijital dönüşüm sürecinde üyelerini desteklemek amacıyla hayata geçirilen MESS Teknoloji Merkezi MEXT'i kurmuştur.[238] MEXT; Dijital Fabrika, Olgunluk Değerlendirme Merkezi, Ekosistem ve Yetkinlik Geliştirme Merkezi olmak üzere dörtlü bir oluşumdan meydana gelmektedir. Türkiye'nin baştan sona 5G teknolojisi ile desteklenen ilk üretim tesisine sahip olan MEXT, dünyanın en gelişmiş, en kapsamlı dijital dönüşüm ve yetkinlik merkezidir. 10 bin metrekare üzerine kurulu MEXT çatısı altında, birbirinden değerli iş birlikleriyle geleceğe yön veren projeler hayata geçirilmektedir. Merkezde bugüne kadar, 650'den fazla firmaya hizmet verilmiş, 30.000'den fazla çalışana eğitim verilmiştir.

1.8.1.4 Yapay Zekâ Fabrikası

Yapay Zekâ Fabrikası, Türkiye İş Bankası'nın sermayesiyle kurulan yenilikçi bir Kurumsal Girişim Sermaye Şirketi ve Hızlandırma Programıdır. Yapay Zekâ Fabrikası yatırımlarını İş Bankası Grubu altında kurulmuş olan 100. Yıl Teknoloji Girişimleri A.Ş. üzerinden gerçekleştirmektedir.[239]

Yapay Zekâ Fabrikası, Türkiye ve dünya genelindeki YZ girişimlerine stratejik yatırımlar yaparak, bu girişimlerin küresel başarıya ulaşmalarına katkı sağlar. Sağladığı büyüme ve destek hizmetleri ile girişimlerin rekabetin yüksek olduğu uluslararası pazarlara hazırlanmasına yardımcı olurken, aynı zamanda bu süreçte karşılaşabilecekleri zorlukları aşmaları için rehberlik eder. Program, esneklik ve yenilikçilik değerlerini temel alarak, her bir girişimin kendine özgü ihtiyaçlarına en uygun çözümleri geliştirmek amacıyla terzi usulü yaklaşımlar benimser ve böylece girişimlerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarmalarına yardımcı olur.

[238] MEXT, https://www.mext.org.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[239] Yapay Zekâ Fabrikası, https://www.yapayzekafabrikasi.com.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Program kapsamında bugüne kadar 2360 başvuru alınmış, 53 başvuru kabul edilmiş ve 27 girişime yatırım/destek yapılmıştır.[240]

1.8.2 Üniversite ve Özel Araştırma Merkezleri

Sayıları giderek artan üniversite ve özel sektöre YZ araştırma merkezleri güncel listesi aşağıdaki gibidir;

- Orta Doğu Teknik Üniversitesi Robotik ve Yapay Zekâ Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi
- ODTÜ-DTX: ODTÜ Dijital Dönüşüm ve İnovasyon Merkezi
- Boğaziçi Üniversitesi Yapay Zekâ Araştırma Laboratuvarları
- İstanbul Teknik Üniversitesi Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi
- İstanbul Teknik Üniversitesi Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi
- Ankara Üniversitesi Akıllı Sistemle Ve Teknolojiler Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- Sabancı Üniversitesi Veri Analitiği Araştırma ve Uygulama Merkezi
- Gazi Üniversitesi Yapay Zekâ Ve Büyük Veri Analitiği Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Konya Teknik Üniversitesi Yapay Zekâ Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- Bursa Teknik Üniversitesi Robot Teknolojileri ve Akıllı Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Erciyes Üniversitesi Yapay Zekâ ve Büyük Veri Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Akıllı Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Ege Üniversitesi Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü
- İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Akıllı Fabrika Sistemleri Merkezi
- İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Yapay Zekâ Ve Veri Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Koç Üniversitesi İş Bankası Yapay Zekâ Merkezi
- Fırat Üniversitesi Robotik Ve Yapay Zekâ Araştırma Laboratuvarı
- Sakarya Üniversitesi Yapay Zekâ Sistemleri Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yapay Zekâ Ve Veri Bilimi Uygulama Ve Araştırma Merkezi

[240] a.g.e.

- Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Yapay Zekâ Sistemleri Ve Veri Bilimi Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Yapay Zekâ Laboratuvarı
- Bahçeşehir Üniversitesi Yapay Zekâ Araştırma Laboratuvarları
- Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Akıllı Sistemler Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Bakırçay Üniversitesi Sağlıkta Yapay Zekâ Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi
- Özyeğin Üniversitesi Yapay Zekâ Araştırma Laboratuvarları
- Yeditepe Üniversitesi Bilişim Ve Yapay Zekâ Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- Biruni Üniversitesi Yapay Zekâ Laboratuvarı
- İstinye Üniversitesi Yapay Zekâ Laboratuvarı
- Üsküdar Üniversitesi Yapay Zekâ Ve Akıllı Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi
- İstanbul Arel Üniversitesi ArelMED Medika, Yazılım, Yapay Zekâ Çalışmaları Uygulama Ve Araştırma Merkezi
- İzmir Demokrasi Üniversitesi Yapay Zekâ ve Veri Analitiği Araştırma ve Uygulama Merkezi
- Süleyman Demirel Üniversitesi Yapay Zekâ Uygulama ve Araştırma Merkezi
- İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yapay Zekâ Araştırma Merkezi
- PwC Galataport AI Lab

1.8.3 TÜBİTAK ULAKBİM Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı (TRUBA)

TÜBİTAK Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM), Türkiye'deki tüm akademik kurumları birbirine ve sonra küresel araştırma ağlarına bağlayan, Ulusal Akademik Ağ alt yapısını işleten, Ar-Ge faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde temel araç olan bilgi/belge hizmetlerini ulusal kapsamda sunan, uluslararası standartlarda yeni bilgi teknolojileri üreten merkezdir.[241] ULAKBİM'in amacı üniversiteler ve araştırma kurumları arasında araştırma ve eğitim amaçlı ağlar kurmak, işletmek, bu ağların yurt içi ve yurt dışındaki ağlarla bağlantısını sağlamak, bilgi üretimine yardımcı olacak nitelikte bilgi teknolojileri desteği sağlamak ve bu ağ üzerinden ve/veya geleneksel yollarla ülkemizdeki bilimsel bilgi üretimine yardımcı olacak şekilde akademik bilgi ve belge hizmetleri sunmak ve ülkenin bilgi birikimini yansıtacak bilgi

[241] TÜBİTAK Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi, https://ulakbim.tubitak.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ürünleri geliştirmektir.

TÜBİTAK ULAKBİM bünyesinde 2003 tarihinde kurulan Türk Ulusal Bilim e-Altyapısı (TRUBA) kaynakları ile hesaplamalı bilimler alanında gerçekleştirilen Ar-Ge çalışmalarına hesaplama kaynağı sağlanmaktadır. Aynı zamanda, GPU destekli hesaplama kümeleri ve süper bilgisayarlar ile YZ teknolojileriyle çalışma gerçekleştiren araştırma altyapılarına ve Büyük Dil Modelleri çalışan proje ekiplerine de hizmet verilmektedir. Bu alanlarda ARF-ACC isimli yeni grafik işlemci destekli hesaplama kümesi ile özellikle büyük dil modelleri, robotik, sinir ağları gibi YZ teknolojileri kullanarak araştırmalarını gerçekleştiren ülkemizdeki önemli araştırma merkezlerine hizmet verilmektedir.[242]

2023 yılı sonunda yapımı tamamlanan TÜBİTAK ULAKBİM Veri Merkezi, yeni süper bilgisayarımız ARF ile hizmete alınmıştır. TRUBA kaynaklarının tamamı, eski veri merkezinden yeni veri merkezine taşınmıştır. Türkiye'de ilk ve öncü teknolojiler içeren yeni nesil veri merkezi toplamda 400 m^2 iç ve 400 m^2 dış alandan oluşmakta olup 2.2 MWatt enerji beslemesine sahiptir. Süper bilgisayarlarımız, Kasım 2024'te yayınlanan top500.org listesinde yerlerini almıştır. İşlemci bazlı ARF süper bilgisayarı 354. Sırada, GPU destekli hesaplama kümemiz ARF-ACC 227. Sırada yer almıştır. Ayrıca ARF-ACC sistemimiz, tüketilen elektrik kaynağının birim başına sunulan hesaplama performansının ölçüldüğü Green500 listesinde 26. Sırada bulunmaktadır.

Yeni veri merkezinde hizmet veren TRUBA hesaplama kapasitesi sürekli yükseltilerek yeni ARF ve YZ alanındaki model eğitimlerinde kullanılan ARF-ACC sistemleri ile toplam 80.000'den fazla işlemci çekirdeği, 312 GPU kartı, ayda ortalama 36 milyon çekirdek/saat (son 10 yılda yaklaşık 1,5 milyar çekirdek/saat) ve 14,5 PetaByte veri depolama alanı ile araştırmacılarımıza hizmet vermektedir.

TÜBİTAK ULAKBİM, TRUBA 2023 Projesi'nin 2025 yılı yatırım planları içerisinde dahil olan GPU destekli hesaplama kümesi yatırımının alım aşamasında olup yeni nesil 192 adet GPU kartının teslimatını 2025 yılının ilk yarısında yapılmasını beklemektedir. Bu yatırım ile birlikte tüm sektörlerin kullanımında olacak bu yeni sistem ile özellikle YZ model eğitimlerinin ivmelenmesi beklenmektedir.

TÜBİTAK ULAKBİM kendi kaynakları ile birlikte çeşitli uluslararası iş birlikleri ile de farklı altyapılara erişme ve yeni altyapılar geliştirme imkanları oluşturmaktadır.[243] Bu kapsamda TÜBİTAK ULAKBİM'in ortak olarak yer aldığı EuroCC (EuroHPC Competence

[242] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı.
[243] a.g.e.

Center) projeleri ile sanayinin önde gelen firmalarının yüksek teknolojili ve katma değerli ürünler üretmesi amacıyla yürüttüğümüz 36 vaka çalışması ve 12 başarı öyküsü ile sanayinin süper bilgisayar ve YZ kullanımını yaygınlaştırmak için eğitim, seminer, çalıştay ve bilgi günleri düzenlenmektedir. Bu projeler, 2020-2023 yılları ve 2024-2025 yıllarında %50 AB bütçesinden karşılanmak üzere 3.2 milyon Euro bütçe ile desteklenmektedir.

TÜBİTAK ULAKBİM'in ortak olarak yer aldığı RI-Scale projesi, büyük miktarda veri üreten araştırma gruplarına ve araştırma altyapılarına, ürettikleri veriyi tam anlamı ile ve doğru şekilde değerlendirebilmeleri için gerekli uygulama araçları sağlamayı amaçlayan bir projedir. Proje, ilgili gruplara hesaplama ve YZ altyapıları sunarak, ilgili grupların ürettikleri veriyi daha kısa sürede ve daha fazla yarar getirecek şekilde işleyebilmeleri için veri işleme geliştirecektir. İlgili proje, 01.03.2025- 29.02.2028 tarihleri arasında %100 AB bütçesinden karşılanmak üzere 250.000 Euro bütçe ile desteklenmektedir.

STB desteği ile TÜBİTAK'ın ortak olarak yer aldığı BSC Yapay Zekâ Fabrikası (BSC AIF), AB tarafından desteklenecek olan ilk yedi Yapay Zekâ Fabrikası'ndan biri olarak kabul edilmiştir. BSC AIF kapsamında desteklenecek olan proje 01.04.2025-31.03.2028 tarihleri arasında, %50 AB bütçesinden karşılanmak üzere 3 milyon Euro bütçe ile desteklenmeye başlamıştır.

1.8.4 İTÜ Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UHeM)

Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi (UHeM), 2006 yılında Devlet Planlama Teşkilatı desteği ile kurulmuş ve 2010 yılından itibaren Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Uygulama ve Araştırma Merkezi olarak ihtiyaç duyan bilimsel çalışmalara altyapı hizmeti sağlayan bir kurumdur.[244] Merkez, donanım altyapısı olarak 192 ve 68 çekirdeğe sahip iki adet hesaplama sunucu sistemi ile hizmet vermektedir.

Merkez kaynakları temel olarak Türkiye üniversitelerinde, kamu araştırma birimlerinde ve özel sektör kuruluşlarında yürütülen bilimsel araştırma ve uygulama projeleri için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra uluslararası iş birliği kapsamında yürütülen araştırmalar için de hesaplama kaynağı sunulmaktadır. Merkez, bugüne kadar 65'den fazla kurum ve kuruluşa 1500'den fazla proje için altyapı desteği vermiştir.

1.8.5 Kamu Yapay Zekâ Projeleri

Kamu kuruluşları tarafından hayata geçirilen YZ içerikli projeler kurum bazında

[244] İTÜ Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi, https://uhem.itu.edu.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

açıklamaları ile birlikte aşağıda listelenmiştir.

1.8.5.1 Adalet Bakanlığı

Türkiye Cumhuriyeti Adalet Bakanlığı, üretkenliği arttırmak ve karar alma süreçlerini desteklemek için yargılama süreçlerinde YZ teknolojilerini kullanmak üzere çalışmalar yürütmektedir.[245] Bu kapsamda, Nisan 2020 tarihi itibariyle Bilgi İşlem Genel Müdürlüğü bünyesinde "Büyük Veri ve Yapay Zekâ Uygulamaları Şubesi" açılmıştır. Bu şubenin koordinasyonunda dokuz farklı proje planlanmış, bunların yedi tanesinin ilk sürümleri devreye alınmış, iki tanesinde geliştirme faaliyetleri devam etmektedir. Bu projeler aşağıdaki gibidir:

Yapay Zekâ ile Evrak Sınıflandırma Projesi: Bu proje, UYAP sistemine hukuk evrakların doğru aktarılmasını sağlamak ve iş yükünü azaltmak için geliştirilmiştir. Proje ile evrakların içeriği otomatik olarak tespit edilmekte, dosya evrakları türlerine göre sınıflandırılmakta ve kullanıcıya evrak türü hakkında önerilerde bulunulmaktadır. İcra ve ceza süreçler gibi farklı alanlara özel YZ zekâ modeller kullanılarak mahkemelerde ve bakanlık birimlerinde uygulanmaktadır. Günlük ortalama 40.000 evrakın sınıflandırılmasıyla büyük ölçüde zaman ve maliyet tasarrufu sağlanmış, süreçler hızlanmış ve hata oranı düşmüştür.

Tebligat Bilgi Çıkarma Projesi: Bu proje, PTT tebliğ mazbatalarının ilgili dosyalara toplu ve otomatik olarak kaydedilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Proje ile YZ ve görüntü işleme teknolojileri kullanılarak tebligat evrakları analiz ve ilgili alanları tespit edilmekte, barkod numarası otomatik olarak çıkarılmakta ve veriler UYAP sistemine otomatik olarak aktarılmaktadır. YZ tabanlı sistem sayesinde tebligatların dosyasına aktarılması süreci hızlandırılmış, hata oranı düşürülmüş ve iş yükü büyük ölçüde azaltılmıştır.

Ez Cümle Projesi: Bu proje, dava dilekçeleri ve mahkeme kararları gibi karmaşık hukuk metinlerden anlamlı özetler çıkarabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Doğal dil işleme teknolojisi ve Türkçe hukuk diline özel eğitilmiş YZ modelleri kullanan proje, iş yükünü hafifletmeyi, zaman tasarrufu sağlamayı ve hukuk metinlerini daha erişilebilir hale getirmeyi hedeflemektedir.

Resimden Argo ve Nesne Tespiti Projesi: e-Satış Portaline ihaleye ilişkin menkul ve gayrimenkullerin görselleri yüklenirken yaşanan karışıklık ve sorunları gidermek maksadıyla görseller YZ ile analiz edilerek 81 nesne türü tespit edilmekte ve resim içerisindeki yazılarda yer alan argo ve saldırgan kelimeler tespit edilerek kullanıcı uyarılmaktadır.

[245] Servet Gül'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

CBS Örgüt Tahmin Projesi: Bu proje ile hayata geçirilen YZ modeli, örgüt bilgilerini sistemdeki kayıtlı terör örgütü bilgileriyle otomatik olarak eşleştirerek insan kaynaklı hataları ve eksik veri girişini engellemektedir. Proje, adli istatistik verilerinin ve denetçi kuruluşların talep ettiği raporların doğruluğunu önemli ölçüde artırarak, yargı sisteminin veri yönetimi kalitesini yükseltmektedir.

Söyle Yazsın Projesi: Bu proje ile UYAP Bilişim Sistemine entegre edilen ses tanıma teknolojisi sayesinde hâkim, Cumhuriyet Savcısı ve yardımcı yargı personelinin belge hazırlama süreçlerindeki yargı çalışanlarının iş süreçlerini kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Proje, yargı mensuplarının sesli komutlarla belge oluşturmasına imkân sağlayarak, yazım süreçlerindeki verimliliği artırmakta ve insan gücünden tasarruf sağlamaktadır.

Akıllı Asistan – Kılavuz: Bu proje ile açık kaynak platformu üzerinde geliştirilen YZ destekli "Chatbot" uygulamaları, e-Satış Portalı, Kurum Portalı ve Vatandaş Portalı olmak üzere üç farklı platformda hizmet vermeye başlamıştır. Bu uygulama, vatandaşların bilgi alma ve işlem yapma süreçlerini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır.

İddianamelerde Tutarsızlık Tespit Projesi: Bu proje, yargı sistemindeki veri güvenilirliğini artırmak amacıyla geliştirilmiştir. Proje ile hayata geçirilen YZ teknolojisi sayesinde, savcılık iddianamelerindeki taraf bilgileri, avukat bilgileri ve suç bilgileri, UYAP sistemindeki mevcut verilerle otomatik olarak karşılaştırılmaktadır. Proje, veri girişlerindeki hata oranlarını minimize ederek yargılama süreçlerinin güvenilirliğini artırmakta ve olası insan kaynaklı hataları önceden önlemektedir.

1.8.5.2 Anadolu Ajansı

Anadolu Ajansı tarafından habercilikte kullanılan YZ destekli çalışmalar aşağıdaki gibidir.[246]

İçerik Oluşturma: YZ algoritmaları temel haber metinleri, kısa bültenler veya özetler üretilmektedir.

İçerik Analizi ve İyileştirme: YZ araçları içerik analizi alanında da haber içeriklerini tarayarak dil bilgisi, anlatım ve yapı açılarından etkili öneriler getirmektedir.

Arşiv Yönetimi: Geçmiş haberlerin düzenlenmesi ve sınıflandırılması için otomatik etiketleme sistemleri kullanılarak içerikler doğru anahtar kelimelerle hızlı bir şekilde erişilebilir hâle getirilmektedir.

Doğrulama, Kalite ve Güven: YZ destekli sistemler aracılığıyla haberlerde kullanılan

[246] Oğuz Enis Peru'nun 30 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

bilgilerin ve verilerin kaynak doğrulaması sağlanarak güvenilir içerik üretimi desteklenmektedir.

Dağıtım ve Kişiselleştirme: YZ teknolojilerinin çoklu kanal izleme yetenekleri sayesinde, haber içerikleri farklı platformlar ve mecralar üzerinden eş zamanlı olarak takip edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, kullanıcıların ilgi alanlarına ve davranışlarına göre şekillendirilen kişiselleştirilmiş akışlar oluşturularak her bireye özel haber deneyimi sunulmaktadır.

1.8.5.3 Hazine ve Maliye Bakanlığı

Hazine ve Maliye Bakanlığında farklı genel müdürlüklerde hem kendi çalışmaları olarak hem de TÜBİTAK, Havelsan ve çeşitli YZ firmaları ile birçok proje yürütülmekte ve bunların bir kısmı da uygulamaya alınmıştır. Bu projeler kısaca aşağıdaki gibidir.

Yapay Zekâ Tabanlı Nakit Akışı ve Portföy Yönetimi Projesi:[247] Proje ile YZ ve derin öğrenme teknikleri kullanılarak; yıl ve ay bazında harcama (taşra, personel) ve vergi gelirleri tahminlerinin gerçekleştirilmesi, likidite riskini önlemek için gerekli nakit rezervlerinin YZ ile belirlenmesi, YZ tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmesi ve bu sistem vasıtası ile döviz, altın, lira ve alternatif yatırım araçlarının optimum dağılımı hakkında öneriler sunulması ve ekonomik, sosyal ve politik gelişmeleri takip ederek geliştirilen YZ sistemlerinin kendini zaman içinde güncelleyip tahmin doğruluğunun artırılması çalışmaları yapılmaktadır. Bu proje ile, hazine nakit yönetimi süreçlerini iyileştirmek suretiyle finansman maliyetlerinin azaltılması, kamu kaynağından elde edilecek getirinin artırılması, nakit akımlarının uygun maliyet ve riskler ile yönetilmesini amaçlanmaktadır. Proje, TÜBİTAK KAMAG ve YZE ile birlikte yürütülmektedir. Projede gereksinim analizleri yapılmış, tasarım aşamasına geçilmiştir.

Yapay Zekâ Destekli Muhasebe ve İleri Analitik Projesi:[248] [249] Proje ile veri bilimi ve YZ yöntemleri kullanılarak muhasebe, ödeme, emanet, tahsilat, mali istatistik, harcama, maaş, taşınır vb. platformlarda yer alan veriler üzerinde gerçekleştirilen işlemlerdeki usulsüzlüklerin, harcama, ödeme anomalilerinin ve hataların tespit edilmesi harcamalarda/ödemelerde anomali tespiti yapılmaktadır. Proje TÜBİTAK BİLGEM ile yürütülmekte ve 2025 yılı sonunda devreye alınması planlanmaktadır.

---

[247] Mert Özarar'ın 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[248] a.g.e.
[249] Hazine ve Maliye Bakanlığı, https://hmb.gov.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Yapay Zekâ Destekli Risk Analizi Platformu:[250] Projede, vergi mükellef davranış anomalilerini tespit ederek, vergi kayıp ve kaçağı ile kayıt dışı ekonomik faaliyetlere ilişkin riskli mükellefleri belirleyen bir uyarı sistemi geliştirilmektedir.

Bu kapsamda devreye alınan YZ modelleri kullanılarak yapılan 2024 yılı incelemelerinin sonucunda 120 Milyar liralık matrah farkı tespit edilmiştir.

Bunların yanında, Vergi Denetleme Kurulu aşağıdaki YZ projelerini geliştirmiş ve bir bölümünü devreye almıştır:

- Doğru İşe Doğru Müfettiş Projesi
- Yapay Zekâ Tabanlı İhbar İzleme Sistemi
- Yapay Zekâ Tabanlı Rapor Ön Değerlendirme Sistemi

Bunların yanında, Yapay Zekâ Tabanlı Vergi Müfettişi ve GenAI (Üretken Yapay Zekâ) Tabanlı Chatbot projeleri de ileriye yönelik planlanan projelerdendir. Bu projeler hakkında kısa bilgiler şu şekildedir;

Vergi Denetleme Kurulu Projeleri: YZ tabanlı ihbar işleme sistemi ile farklı kaynaklardan gelen benzer içeriğe sahip dilekçelerin aynı komisyona yönlendirilmesi sağlanacak ve ihbarda geçen kişilerin etiketlenerek veri tabanına yazdırılması ile bir ihbar veri tabanı oluşturulacaktır.[251]

Üretken Yapay Zekâ Tabanlı Chatbot: Bakanlık kurumsal hafızasındaki pek çok kanun, kararname, mevzuat, yönetmelik, yönerge vb. belgeler üzerinden çeşitli sorulara yanıt bulmak için hazırlanan üretken YZ tabanlı chatbot sistemi, vergi mükelleflerinin kullanımına açılacaktır.[252]

1.8.5.4 Milli Eğitim Bakanlığı

T. C. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) YZ alanında, başta Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025 kapsamında olmak üzere birçok çalışmalar gerçekleştirmektedir. UYZS'inde bulunan 119 eylemin 12'sinde eylem sorumlusu, 10'unda ilgili kuruluş olarak faaliyetler yürütmektedir.[253] Sorumlu olduğu eylemlerden 10 tanesi Yapay Zekâ Uzmanlarını Yetiştirmek ve Alanda İstihdamı Artırmak stratejik hedeflerine yönelik, 2 tanesi de Sosyoekonomik Uyumu Hızlandıracak Düzenlemeleri Yapmak stratejik hedefine yöneliktir.

Bu kapsamdaki ana eylemlerden birisi Eğitici Eğitimleridir. Bu kapsamda "Yapay

[250] Mert Özarar'ın 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[251] a.g.e.
[252] a.g.e.
[253] Özgür Türk'ün 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

Zekâ Uygulamaları Eğitici Eğitimi" kursları düzenlenmektedir. Ankara'da 16-21 Nisan 2024 tarihlerinde "Yapay Zekâ Uygulamaları Eğitici Eğitimi Kursu" düzenlemiştir. Eğitici eğitimine katılan 110 eğitmene YZ araçları, blok tabanlı YZ uygulamaları, makine öğrenmesi ve derin öğrenme konularında uygulamalı eğitimler düzenlenmiştir. Eğitimi tamamlayan kursiyerler illerinde YZ eğitimleri düzenlemektedir.

Bakanlığın resmi hizmet içi eğitim platformu Öğretmen Bilişim Ağında (ÖBA) öğretmenler ve okul yöneticileri için YZ üzerine 9 kurs, kodlama üzerine 12 kurs ve algoritma üzerine ise 2 kurs olmak üzere toplam 23 kurs yayınlanmıştır.[254, 255] Eğitimlere toplam 247.627 öğretmen katılım sağlamıştır.[256]

Bakanlık Birimlerinin YZ zekâ kullanımına yönelik ihtiyaç alanlarının belirlenmesi amacıyla, 24-25 Mayıs 2024 tarihlerinde Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Uluslararası Forumu düzenlenmiştir. Forumda gerçekleştirilen grup tartışmalarının analizine dayanan forum raporu YZ'nin eğitim politikalarındaki yeri, YZ uygulamaları ve YZ teknolojisini üç ana başlık altında ele almıştır. Rapora aşağıdaki bağlantıdan ulaşılabilir: https://yegitek.meb.gov.tr/www/egitimde-yapay-zek-uygulamalari-uluslararasi-forumu-raporu-yayimlandi/icerik/3699.

Öğretmenlerin kullanımı için, "Eğitimde Kullanılan Yapay Zekâ Araçları, Öğretmen El Kitabı" yayınlanmıştır.[257]

Bunların yanında 2023-2024 eğitim ve öğretim yılından itibaren, 7.ve 8. sınıflar için YZ uygulamaları dersi seçmeli olarak başlatılmıştır. İki sezonda bu dersi 100.000'den fazla öğrenci seçmiştir. Bakanlık Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM), Özel yetenekli bireylere yönelik "Yapay Zekâ Atölyeleri" kurulmuş ve ortaokul kademesinde eğitim gören özel yetenekli bireyler için "Yapay Zekâ Uygulamalarının" alt öğrenme alanları olan "derin öğrenme", "yapay sinir ağları" ve "makine öğrenmesi" alanlarına yönelik atölye programı geliştirilmektedir. Bugüne kadar 107 adet atölye kurulmuş ve bu atölyelerden 43.500 özel yetenekli öğrenci faydalanmıştır.[258]

28/12/2024 yılında yapılan değişiklik ile "Eğitim ve öğretimde; YZile bilgi ve iletişim teknolojileri alanlarında proje geliştirip yürütmek, uygulanan yeni teknolojiler ile gelişmeleri

[254] Ahmet Şamil Demircan'ın 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**
[255] Öğretmen Bilişim Ağı, https://www.oba.gov.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[256] Ahmet Şamil Demircan'ın 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**
[257] MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_07/12172521_meb_nek_yapay_zek_araclari_12072024_web.pdf, (Erişim Tarihi: 31.07.2025)
[258] Ahmet Şamil Demircan'ın 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**

izlemek ve değerlendirmek", Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK)'in görevleri arasında tanımlanmıştır.[259] 3 Mart 2025 tarihi itibariyle YEĞİTEK Yapay Zekâ ve Büyük Veri Uygulamaları Daire Başkanlığı kurulmuş ve Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları, Yapay Zekâ Politikaları, Veri Yönetimi ve Modelleme ve Simülasyon Koordinatörlükleri olarak çalışmalarına başlamıştır.

FEYZA Projesi: FEYZA (Fırsatları Artıran Eğitimde Yapay Zekâ) Projesi ile imam hatip okullarında görev yapan öğretmenlere YZuygulamaları alanında verilen eğitimlerle, öğretmenlerin mesleki gelişimi desteklenerek; öğrencilere algoritmik düşünme becerileri kazandırmak ve öğrencilerimi YZalanında yetiştirmek amaçlanmaktadır. Proje kapsamında, 40 saatlik "Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Temel Seviye Eğitici Eğitimi Kursu" hizmet içi eğitim programı düzenlenmektedir.

HİSAR Projesi: Bu proje ile Bilimsel uygulamalar ve teknoloji alanında (algoritma kurma, yazılıma giriş, kodlama becerileri, robotik gibi alanlarda) öğrencilerin bireysel yeteneklerini desteklemek, onları bu alanda yönlendiren eğitimciler yetiştirmek ve öğretmenlerin mesleki gelişimine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Proje kapsamında bugüne kadar 70 ilimizde 10290 öğretmenimize 650 hizmet içi eğitim verildi.[260]

Bakanlık Yönetim Sistemi Projesi: Projenin amacı Milli Eğitim Bakanlığı merkez ve taşra teşkilatı yöneticileri için, eğitim-öğretim, insan kaynakları, fiziki altyapı ve yönetim gibi konularda ortaya çıkabilecek sorunları önceden tespit ederek uyaran ve çözüm önerileri sunan bir karar destek sistemi kurmaktır. Bu sistem, geçmiş ve güncel verilerle mevcut durumu ortaya koyan iş zekâsı (BI), geleceğe yönelik karar önerileri sunan karar destek sistemi (DSS), karar veren YZ bileşenleri ileCBS entegrasyonunu birleştirerek yenilikçi bir platform sunmaktadır.

DİLİM Projesi: Farklı yaş grupları için farklı tasarım ve içeriklerle birden çok dil öğrenimini destekleyen, mobil ve web arayüzü ile öğrenci davranışlarını takip ederek YZ ve diğer yeni teknolojileri kullanarak kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunan bir platformdur.

Açık Uçlu Soruların Yapay Zekâ ile Değerlendirilmesi Projesi: TÜBİTAK ile birlikte yürütülen bu proje, Türkçe metin tabanlı açık uçlu soruların YZyardımıyla otomatik olarak puanlandırılmasını amaçlamaktadır. Proje kapsamında geliştirilecek sistem, hem öğrenci yanıtlarını değerlendirme sürecini hızlandıracak hem de objektifliği ve tutarlılığı artıracaktır.

---

[259] a.g.e.
[260] a.g.e.

EBA Öğrenci Asistanı: Bilindiği üzere EBA, Milli Eğitim Bakanlığının Eğitim Bilişim Ağıdır. EBA Öğrenci Asistanı projesi ile öğrencilerin eğitim yolculuğunun desteklenmesi ve öğrenmenin daha etkili hale getirilmesi amaçlanmaktadır. YZtabanlı bu yenilikçi araç, öğrencilere derslerinde eğitsel destek sunarak sorularını anında yanıtlayabilmekte, ilgili içeriklere kolayca yönlendirebilmekte ve her öğrencinin bireysel öğrenme hızına ve ihtiyacına uygun kişiselleştirilmiş eğitim planları hazırlayabilmektedir. EBA Öğrenci Asistanı, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olurken, onlara 7/24 erişilebilir bir öğrenme arkadaşı sunmaktadır.

Bu asistan, YZdestekli dil modelleri sayesinde öğrencilerin sorularını doğal dilde anlayarak, onlara en uygun ve doğru cevapları sunmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin öğrenme analizlerini yaparak, güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek bu doğrultuda öğrenme materyalleri ve alıştırmalar önermektedir.

Yapay Zekâ Öğretmen Asistanı Projesi: TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü ile iş birliği içerisinde, öğretmenler için YZasistanı geliştirilmesi çalışmaları başlamıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın dijital dönüşüm vizyonu doğrultusunda, Türkçe Büyük Dil Modeline göre geliştirilecek öğretmen asistanı ile öğretmenlerin eğitim öğretim sürecinde ihtiyaç duyacakları araçlar yer alacaktır.

Proje ile; ders planlaması, ödev hazırlığı, sınav değerlendirmeleri ve öğrenci performans takibi gibi işlemler, YZdesteği ile daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilecektir.

Politika Belgesi Çalışması: Eğitimde Yapay Zekâ Politikaları ve Eylem Planı (2025-2029) çalışmaları devam etmekte en yakın zamanda kamuoyu ile paylaşılması planlanmaktadır. Politika belgesinin hazırlık sürecinde Avrupa Komisyonu, UNESCO ve OECD uluslararası kurumlar tarafından hazırlanan çerçeveler ve regülasyonlar incelenmiştir. Bunların yanında ülkelerin Eğitim Bakanlıkları tarafından hazırlanan raporlar ve kaynaklarda takip edilmektedir.

Bunların yanında MEB, üretken YZ konusunda TÜBİTAK ve T3 Vakfının ilgili çalışmalarına, Türkçe dilindeki zengin kaynakları ile destek olmaktadır.

1.8.5.5 Tarım ve Orman Bakanlığı

Tarım ve Orman Bakanlığı, tarımda verimi ve ürün kalitesini artırmak, bakanlık planlı üretim, rutin faaliyet, denetim ve destek ödemeleri ve su yönetimi gibi faaliyetlerinde YZ'den

faydalanmak için çalışmalar yürütmektedir[261]. Bakanlık tarafından siber mukavemeti ve bilişim altyapısı sağlam, YZ ve uzaktan algılama destekli, bütünleşik ve entegre Bakanlık İşletme Bazlı Tarım Bilgi Sistemi Dijital Modelinin hayata geçirilmesi amaçlanmaktadır.

Bakanlık bünyesinde ve koordinasyonunda yürütülen çalışmalarda; uydu görüntülerinin YZ ile işleyerek arazi örtüsü ve ürün deseni haritaları çıkarma çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar ile arazi kullanımı tespiti (iki yıl üst üste işlenmeyen arazilerin belirlenerek kiraya verilmesi), toplam üretim bilgileri tahmini ve çiftçi beyanlarının kontrolü gibi kazanımlar hedeflenmektedir.

Şubat 2023 yılında bakanlık görev alanlarında YZ kullanımına yönelik strateji/politika oluşturulması için çalışma belgesi grubu kurulmuş, 2025 yılının son çeyreğinde söz konusu belgenin yayımlanması planlanmıştır.[262]

11. Kalkınma Planı gereğince "Tarım Bilgi Sistemi Ülke Modeli" için TÜBİTAK ile birlikte Fizibilite Raporu tamamlanmıştır. Dünya Bankası ile gerçekleştirilen Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi (TUCSAP) kapsamında fizibilite raporu ışığında yeni TBS-HBS-CBS uygulamalarının, 2028 sonu itibarıyla CBS/UA ve YZ destekli bütünleşik işletme bazlı tarım bilgi sistemi olarak yenilenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bakanlık ile SSB arasında mevcut protokol kapsamında STM yükleniciliğinde uluslararası standartlara uygun yeni ve modern bir veri merkezi kurulması faaliyetleri başlatılmış olup bu proje kapsamında Bakanlığın merkez ve taşra teşkilatı birimleri kapsamındaki tüm sunucu parkı, veri depolama üniteleri, ülke çapında Bakanlık genelinde ağ cihazlarının tamamı yenilenmiş ve siber operasyon merkezi kurulmuştur.[263]

Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi:[264, 265] Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi (TUCSAP) Türkiye'de tarım sektöründe sürdürülebilir ve rekabetçi tarımsal büyüme için kapasitenin güçlendirilmesini ve iklim akıllı teknolojilerin teşvik edilmesini amaçlamaktadır. Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası ve Dünya Bankası finansmanlarıyla gerçekleştirilmekte olan proje 2022 yılında başlamış ve farklı fazlardan oluşturularak 2028 yılında tamamlanması planlanmıştır.

Proje; çiftçilerin ve tarımsal işletmelerin akıllı çiftçiliği/iklim dostu teknoloji ve

[261] Yasin Hakkı Kocaman'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[262] a.g.e.
[263] a.g.e.
[264] a.g.e.
[265] Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi, https://tucsap.tarimorman.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

uygulamaları kullanmalarını ve inovasyonu geliştirerek ve sürdürülebilir toprak ve arazi kullanımının planlamasını/yönetimini desteklemek için bilgi üretimi ve yaygınlaştırılması, tarımsal verilerin toplanması ve analizi gibi bir dizi alanda sürdürülebilir ve rekabetçi büyümeye yönelik kapasiteyi güçlendirerek tarım-gıda sektörünün daha iklim dostu, kapsayıcı bir yönelime doğru geçişini destekleyecektir. Proje yatırımlarının, tarımsal verimlilikte artış kaydedilmesine, girdi ve kaynak kullanımı etkinliğinde artış sağlanmasına ve genel olarak tarımsal verimlilikte, dayanıklılıkta ve sürdürülebilirlikte artış kaydedilmesine katkıda bulunması beklenmektedir.

Projede gerçekleştirilmekte olan Akıllı Sulama Sistemleri modülü ile; toprak nem sensörleri, hava durumu tahminleri ve bitki sağlığı verileri, YZ algoritmaları tarafından anlık olarak analiz edilir. Sistem, her bitkinin su ihtiyacını hesaplayarak damlama sulama hatlarını otomatik yönetir. Drone ve Uydu Tabanlı Tarla Analizi modülü ile; dronlar, bitkilerin sağlığını yansıtan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) haritaları oluşturur. YZ tabanlı çoklu spektran görüntüleme analizleriyle görüntüler üzerinden mantar, virüs veya besin eksikliği otomatik tespit edilir. Çiftçiye mobil uygulama üzerinden anında müdahale önerileri sunulur.

Bunların yanında bakanlık bünyesinde; gece gündüz çalışan otonom tarım robotlarının kullanımının yaygınlaştırılması, akıllı sera yönetim sistemleri, hayvan sağlığı izleme sistemleri, dijital tarım danışmanı, ürün ve pazar tahmini, sürdürülebilir tarım için karbon ayak izi optimizasyonu gibi konularda çalışmalar yapılması planlanmaktadır.[266]

Bakanlık enstitülerinde YZ tabanlı, ürün hastalık ve zararlılarını tespit eden Tahmin Uyarı Sistemleri (TUS) geliştirilmiştir. 2024 yılında 40 ilde kurulan TUS'lar iler 4.640.000 alanda çeşitli ürün ve hastalıklar izlenmektedir. İzlenebilen ürün/hastalık türlerinin ve alanların genişletilmesi çalışmaları devam etmektedir.[267, 268]

Türkiye için stratejik öneme sahip bazı meyve türlerinde ve bağda önemli hastalık ve zararlıların tespiti için derin öğrenme tabanlı model(ler) geliştirilmesi planlanmaktadır. Planlanan bu çalışma sonucunda geliştirilecek YZ modeli nihai ürün olarak mobil ve web tabanlı karar destek sistemi oluşturulacak ve bitki koruma uzmanlarının ve üreticilerin kullanımına sunulacaktır. Böylece, hastalık ve zararlıların erken tanısı ile ürün ve kalite

[266] Yasin Hakkı Kocaman'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[267] a.g.e.
[268] Tarim ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele Merkez Araştirma Enstitüsü Müdürlüğü, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kayıpları önlenerek ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.[269]

Akım Tahmin ve Havza Optimizasyon Modeli (ATHOM) Projesi:[270] DSİ Genel Müdürlüğü ile TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi arasında yürütülen ATHOM projesi sayesinde tekli ve ardışık su yapılarına gelecek akımın tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak depolama tesislerinin su bütçelerinin hazırlanarak günlük, aylık ve yıllık bazda işletilmesini sağlayacak bir model geliştirilmiştir. Bu projenin çıktısı ile havza su yönetimi, taşkın yönetimi, kuraklık izleme ve ülke genelinde su bilgi sistemi gibi çalışmalar geliştirilmektedir.

DSİ, su kaynaklarını korumak, tarlalarda su tüketimini düşürerek israfı önlemek, bitkilerin sağlıklı büyümesini sağlamak ve tarımsal üretim verimliliğini artırmak amacıyla YZ destekli sulama otomasyonu çalışmalarını yaygınlaştırmaktadır. Bununla birlikte DSİ hem kentsel su hem de tarımsal su yönetiminde YZ kullanımı için araştırmalar yapmaktadır. TÜBİTAK KAMAG kapsamında "Uydu Görüntüleri ve Yapay Zekâ Teknikleriyle Su Miktarının ve Kalite Parametrelerinin Tespiti Projesi" çalışmalarına başlamıştır.[271]

Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde, yangın kuleleri ve İHA'lar ile orman yangını tespiti, yangın izleme ve yayılım tahmini/modelleme, yangın yönetimi, yangın risk yönetimi gibi konularda YZ tabanlı sistemler kullanılmaktadır.[272]

Büyük Dil Modeli (Large Language Models – LLM): ChatGPT, Gemini, DeepSeek gibi sohbet robotlarının kullanımının yaygınlaşması sebebiyle, Büyük Dil Modeli yapısına sahip bu uygulamaların, güvenlik ve gizlilik gereksinimlerine uygun şekilde kurum içi çalışmalarda denemeler yapılarak bu alandaki yeniliklerin takip edilmesine gayret edilmektedir. Günlük Resmî Gazete içeriğinin özetlenmesi, anlamsal arama ile içerik taranarak e-posta atılması pilot çalışmasına devam edilmektedir.

1.8.5.6 T.C. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (Mülga)

Mülga CBDDO tarafından yürütülen çalışmalar detaylı şekilde işbu raporun 1.12 başlığı altında açıklanmakta olup bu bölümde kamuda YZ alanında yürütülen projelerden öne çıkanlar ele alınmaktadır.

Kamu Veri Alanı: Kamu Veri Alanı (KVA)[273], UYZS'nin "Kaliteli Veriye ve Teknik Altyapıya Erişim İmkânlarını Geliştirmek" stratejik önceliği kapsamında hayata geçirilmekte

[269] Yasin Hakkı Kocaman'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[270] Cengiz Han Kılıçarslan'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[271] a.g.e.
[272] Hasan Murat Ersöz'ün 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[273] Kamu Veri Alanı. https://cbddo.gov.tr/projeler/kamu-veri-alani/ (Erişim Tarihi: 21.06.2025).

olan ve (mülga) CBDDO ile TÜİK iş birliğinde yürütülen yenilikçi bir projedir. Kamu kurumlarının elindeki verilerin, yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından kontrollü bir ortamda işlenmesini öngören proje, YZ ve büyük veri uygulamaları için teknik, idari ve hukuki altyapıyı oluşturmayı amaçlamaktadır.

KVA projesi, YZ ekosisteminin sağlıklı gelişimi açısından kaliteli veriye erişimin kritik önem taşıması nedeniyle gerçekleştirilmektedir. KVA ile kamu kurumlarının elindeki verilerin, tek bir veri havuzuymuş gibi yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından, kontrollü bir ortamda YZ ve büyük veri uygulamaları için işlenmesine imkân sağlayacak teknik altyapı ile buna ilişkin idari ve hukuki zeminin oluşturulması amaçlanmaktadır.

TÜİK'in e-VAM (Elektronik Veri Araştırma Merkezi)[274] altyapısı ve ilgili mevzuatı esas alınarak pilot çalışma süreci 2024 yılının başında başlatılmıştır. KVA'nın planlanan taslak mimari yapısı, veri mahremiyeti ve güvenliği tedbirlerinin tasarım aşamasından itibaren uygulanmasını sağlamakta, farklı kamu kurumlarının elindeki verilerin diğer kurumlar tarafından güvenli şekilde işlenebilmesine imkân vererek yeni YZ ve büyük veri uygulamalarının geliştirilmesini desteklemektedir.

Pilot uygulama; TÜBİTAK, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü ile Sosyal Güvenlik Kurumu iş birliğinde, iş sağlığı ve güvenliği odaklı YZ uygulamalarının denenmesini kapsamaktadır. Bu bağlamda; pilot uygulamada yer alan paydaşlar ile metaveri yönetimi ve uyumluluğuna yönelik çalışmalar tamamlanmıştır. Ayrıca paydaşlar arasında KVA projesi bağlamında KVA yönetişimi kapsamında tarafların sahip olacağı rol ve sorumluluklar ile veri kullanımının usul ve esaslarına ilişkin iş birliği protokolü hazırlanmıştır.

Türkiye, KVA projesi ile aşağıda "Yapay Zekâ İçin Veri Sağlayıcı Olarak Kamu Sektörünün Rolü" başlığı altında değinilen "Role of Government as a Data Provider for Artificial Intelligence"[275] raporunda yer almıştır.

Kamu YZ Ekosistemi Proje Çağrısı – KAMAG 1007: Proje çağrısı[276,277], (mülga) CBDDO koordinasyonu ile TÜBİTAK ARDEB ve TÜBİTAK BİLGEM YZE paydaşlarınca

[274] E-vam. https://evam.tuik.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[275] The Role of Government as a Provider of Data for Artificial Intelligence Phase 2: A practical tool for government data sharing for AI November 2024. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2024/12/Government-Data-Report-A-Practical-Tool-for-Government-Data-Sharing-for-AI.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[276] 1007 - Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı. https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/kamu/ulusal-destek-programlari/1007/icerik-1007-cagrilari (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[277] Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007 Programı). https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/1776/1007-cbddo-2023-01_0.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

yürütülmekte olup UYZS doğrultusunda, kamu kurumlarının ihtiyaçlarına yönelik olarak kamusal yarar sağlayan temalarında YZ tabanlı çözümler geliştirmeyi teşvik ederek sürdürülebilir bir YZ ekosistemi oluşturmayı amaçlamaktadır. Çağrı ve çağrı kapsamında geliştirilen projeler hakkındaki detaylar Bölüm 1.7.5.4'de verilmiştir.

Kamuda Yapay Zekâ Dönüşümü Projesi (KAYZED): (Mülga) CBDDO tarafından Aralık 2024'te hayata geçirilen KAYZED Projesi ile Dijitalin Yüzyılı'nda kamu kurumlarında YZ teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması hedefiyle mevcut personelin YZ alanında teknik yetkinliklerinin artırılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda, 250 saatlik eğitim müfredatının tamamı, (mülga) CBDDO uzmanları tarafından hazırlanmış olup eğitimler, atölyeler ve seminerler de yine (mülga) CBDDO tarafından yürütülmüştür. Eğitimlerde; veri ön işleme, makine öğrenmesi, derin öğrenme, bilgisayarla görü, büyük dil modelleri ve doğal dil işleme gibi güncel teknik konuların yanı sıra YZ'nin etik ve hukuki boyutları da ele alınmaktadır.

Projenin ilk uygulaması Aralık 2024'te Millî Savunma Bakanlığı ile başlatılmış olup 3 ay süren 140 saatlik uygulamalı YZ atölyesi düzenlenmiştir.[278] Kamuda YZ dönüşümünü hızlandırarak veriye dayalı karar alma süreçlerini desteklemek ve teknolojik yetkinliği artırmayı hedefleyen KAYZED eğitimlerine kamu kurumlarından yoğun bir ilgi gösterilmiştir.[279]

Türk Beyin Projesi

MR görüntüleme sayısının 15 milyonu geçtiği sağlık sistemimizde doktorlara yardımcı olabilmek ve iş yüklerini azaltabilmek adına (mülga) CBDDO tarafından "Türk Beyin Projesi" başlatılmıştır.[280] Proje kapsamında, beyin MR görüntüleri üzerinde YZ tabanlı sistemler kullanılarak çeşitli analizler gerçekleştirilmektedir. Bu minvalde, MR cihazından görüntü geldiği anda YZ tabanlı sistem, otomatik olarak analizleri gerçekleştirmekte ve elde edilen sonuçları hastanenin ilgili görüntüleme sistemine göndermektedir. YZ destekli söz konusu sistem analiz sonuçlarına göre, çekilen MR görüntülerini önceliklendirerek doktorların değerlendirmesine sunulmaktadır. Söz konusu proje ile acil müdahaleye ihtiyaç

[278] Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi eğitiminin ilk dönemi tamamlandı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesi-egitiminin-ilk-donemi-tamamlandi/3509501 (Erişim Tarihi: 27.06.2025). Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi'nin ilk dönemi tamamlandı. https://www.dha.com.tr/gundem/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesinin-ilk-donemi-tamamlandi-2600746 (Erişim Tarihi: 27.06.2025). Kamuda yapay zeka dönüşümü. https://www.ntv.com.tr/turkiye/kamuda-yapay-zeka-donusumu,mSFdXDVw6UulopVg5i69gQ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[279] Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi eğitiminin ilk dönemi tamamlandı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesi-egitiminin-ilk-donemi-tamamlandi/3509501 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[280] Türk Beyin Projesi (TBP). https://cbddo.gov.tr/projeler/tbp/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

duyabilecek hastalara daha hızlı bir şekilde müdahale edebilmek ve çeşitli komplikasyonların oluşma ihtimalini azaltmak amaçlanmıştır.

(Mülga) CBDDO, Gazi Üniversitesi Hastanesi ve Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesinin iş birliği ile oluşturulan "Türk Beyin Projesi" kapsamında, ilk uygulama Gazi Üniversitesi Hastanesi'nde hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında farklı YZ modelleri (mülga) CBDDO altyapısı kullanarak geliştirilmiş olup modeller kullanılarak MR görüntüleri üzerinde çeşitli anomaliler (inme, tümör vb.) tespit edilebilmektedir. Türk Beyin Projesi; Gazi Üniversitesi, Ankara Üniversitesi ve Başkent Üniversitesi hastanelerinde test süreçlerine dâhil edilmiştir. Proje kapsamında birçok çıktı üretilmiş olup bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Patent[281]
- Akademik çalışma[282]
- Belgesel[283]
- Sosyal Medya / Haber[284,285]

Sayısal Göz – Mamografi Projesi

Meme kanserinin erken teşhisi için uygulanan mamografi ile yapılan taramalarda radyologlara yardımcı olabilmek ve iş yüklerini azaltabilmek maksadıyla 2020 yılında Sayısal Göz Projesi[286] hayata geçirilmiştir.[287] Proje kapsamında;

- Mamografi görüntülerinin değerlendirilmesinde; radyologlara karar destek sistemi ile tanı koyma ve meme kanserinin erken teşhisinde yardımcı YZ modeli geliştirmek,

---

[281] Proje kapsamında yapılan patent başvurusu hakkında Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından 30 Eylül 2024 tarihli resmî yazı ile tescil kararı verilmiştir. Patent Başvuru Numarası: 2021/009196. Beyin Görüntülerindeki Aykırılığın veya Anomalilerin Zeki Bir Sistem ile Otomatik Tespiti ve Bildirim Sistemi. https://patents.google.com/patent/TR2021009196A1/tr?q=(BEY%C4%B0N+G%C3%96R%C3%9CNT%C3%9CLER%C4%B0NDEK%C4%B0+AYKIRILI%C4%9EIN+VEYA+ANOMAL%C4%B0LER%C4%B0N+B%C4%B0R+S%C4%B0STEM+%C4%B0LE+OTOMAT%C4%B0K+TESP%C4%B0T%C4%B0+VE+B%C4%B0LD%C4%B0R%C4%B0M+S%C4%B0STEM%C4%B0) (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[282] Terzi, Ramazan, An Ensemble of Deep Learning Object Detection Models for Anatomical and Pathological Regions in Brain MRI. Diagnostics, 2023, 13(8), 1494. https://www.mdpi.com/2075-4418/13/8/1494 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[283] Muhteşem Proje: Türk Beyin. https://www.youtube.com/watch?v=9SUcTZ8Cb3c (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[284] 'Türk Beyin Projesi'nin tamamlanmasıyla beyin tümörü sınıflandırması yapabiliyoruz'. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turk-beyin-projesinin-tamamlanmasiyla-beyin-tumoru-siniflandirmasi-yapabiliyoruz/2032015 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[285] Tıp tarihinde ilk: Yapay zeka hayat kurtardı. https://www.trthaber.com/haber/saglik/tip-tarihinde-ilk-yapay-zeka-hayat-kurtardi-769140.html (Erişim Tarihi: 27.06.2025). Gazi Hastanesinde Türk Beyin Projesi kapsamında uygulanan yapay zeka ile tedavi süreci hızlandı. https://www.youtube.com/watch?v=UsagN1Lp-pg (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[286] Sayısal Göz Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/sayisal-goz/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[287] Dijital Dönüşüm Ofisi meme kanserinin teşhisi için yapay zeka modellerini hizmete açtı. https://www.aa.com.tr/tr/saglik/dijital-donusum-ofisi-meme-kanserinin-teshisi-icin-yapay-zeka-modellerini-hizmete-acti/3158820 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

- Radyologların mamografi filmlerini okumadaki verimliliğini ve doğruluğunu artırmak,
- Mamografi değerlendirilirken ortaya çıkabilecek insani hatalardan kaynaklı olumsuz durumları en aza indirgemek,
- YZ tarafından riskli olarak tespit edilen görüntüleri radyologların incelemesi için gerekli olan önceliklendirme işleminin yapılmasını sağlamak,

hedeflenmektedir.

Sayısal Göz Mamografi Projesi, mamografi görüntüleri uzman radyologlar tarafından etiketlenen KETEM veri seti kullanılarak geliştirilmiştir. Proje, YZ destekli kitle tespiti ve sınıflandırmasını gerçekleştirmektedir. Proje ile Başkent Üniversitesi ve Ankara Üniversitesi hastanelerinde hastaların mamografi görüntülerinin incelenmesinde radyologlara anlık olarak YZ tabanlı bir karar destek sistemi sunulmaktadır.

Geliştirilen modeller, Sağlık Bakanlığı KETEM tarama programı kapsamında test edilmiş ve kullanım durumu ortaya konulmuştur. Sağlık Bakanlığı tarafından yapılan testlere göre, (mülga) CBDDO tarafından geliştirilen modellerin, 2023 yılına ait veriler (700.000+ kişi) üzerinde şüpheli durumları bulma başarısı aşağıdaki gibi raporlanmıştır.

- Duyarlılık (Sensitivity): %84
- Özgüllük (Specifity): %91

İkinci aşamada ise sistem, 6 Şubat 2024 itibarıyla Sağlık Bakanlığı tarafından halihazırda yürütülen KETEM tarama programına dahil edilmiş olup sistemde mamografi görüntüsü alınmış, ancak ilgili radyologlar tarafından henüz değerlendirilmemiş görüntüler üzerinde önceliklendirme sistemi test edilmiştir. Buna göre (mülga) CBDDO tarafından geliştirilen modellerin KETEM tarama programı içerisindeki başarı durumu aşağıdaki gibi raporlanmıştır.

- Duyarlılık (Sensitivity): %87
- Özgüllük (Specifity): %90

Proje kapsamında yapılan çalışmaların derlendiği repo hazırlanmış olup açık kaynak olarak yayınlanmıştır.[288] Yapılan çalışmalar ışığında akademik makale[289] yayımlanmıştır.

---

[288] Digital Eye for Mammography Toolkit and Benchmark. https://github.com/cbddobvyz/digitaleye-mammography (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

[289] Terzi, R., Kılıç, A. E., Karaahmetoğlu, G., & Özdemir, O. B. The digital eye for mammography: deep transfer learning and model ensemble based open-source toolkit for mass detection and classification. Signal, Image and Video Processing, 19(1), 2025, 170. https://www.researchgate.net/publication/387572300_The_digital_eye_for_mammography_deep_transfer_learning_and_model_ensemble_based_open-source_toolkit_for_mass_detection_and_classification (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

Sayısal Göz – Karaciğer Projesi

Karaciğer nakli, organ nakillerinde önemli bir yer tutmaktadır. Sağlık Bakanlığının yayımlamış olduğu 2020 yılına ait sağlık istatistiklerine göre, yapılan organ nakillerinin yaklaşık %13'ü ve organ nakli bekleyenlerin yaklaşık %7'si karaciğere aittir.[290] Karaciğer nakli, karaciğer yetmezliğinin tedavi yöntemidir ve nakil edilecek karaciğer, kadavradan ya da uygun koşulları sağlayan canlı vericilerden sağlanmaktadır. Özellikle, canlıdan yapılacak nakillerde alıcıya verilecek karaciğer sağ lob ve vericide kalacak sol lobun hacim ve ağırlığının operasyon öncesinde doğru hesaplanması hayati önem taşımaktadır.

Karaciğer nakli öncesinde YZ temelli karaciğer sağ ve sol lob segmentasyonlarının yapılması ve gerekli hacim analizlerinin gerçekleştirilmesi için (mülga) CBDDO tarafından, uzman radyologlar ile iş birliği içinde 2020 yılında hayata geçirilen Sayısal Göz Karaciğer Projesi[291] kapsamında;

- Karaciğer nakli öncesinde ilgili alan uzmanı radyologlar tarafından gerçekleştirilen ön hazırlık süreçlerinin hızlandırılması,
- Karaciğer nakli öncesinde her aşamasında ilgili uzman radyoloğun çeşitli girdi/düzenlemeler yapabileceği, istenildiğinde tam otomatik istenildiğinde de yarı otomatik çalışabilecek karar destek sisteminin geliştirilmesi,
- Karaciğer nakli için potansiyel vericinin uygunluğunu tespit eden uçtan uca karar destek sisteminin geliştirilmesi,
- Sağlıkta YZ ekosistemine yerli ve millî çözümlerin üretilmesi,

amaçlanmıştır.

1.8.5.7 Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı

İletişim Başkanlığı tarafından hayata geçirilen YZ uygulamaları aşağıda bulunmaktadır.

- 2. İletişim Şurası Hazırlık Çalıştayında 16 farklı çalışma grubu için alanlarında özelleştirilmiş YZ asistanları oluşturulmuş. Bu asistanlar çalıştayın bir katılımcısı olarak şura süresince gruplara teknik destek sağlayarak tartışma kalitesini artırmış ve katılımcıların fikirlerini daha etkin bir şekilde paylaşmalarına olanak tanımıştır.
- Cumhurbaşkanlığı İletişim Merkezi (CİMER) YZ eğitim asistanı oluşturulmuş olup

[290] Sağlık İstatistikleri Yıllıkları. https://www.saglik.gov.tr/TR-89801/saglik-istatistikleri-yilligi-2020-yayinlanmistir.html (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[291] Karaciğer Transplantasyonu Öncesi Karaciğer Sağ-Sol Lob Segmentasyon ve Hacim Ölçümünün Yapay Zekâ ile Modellenmesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/sayisal-goz/karaciger/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

bu merkez sürekli öğrenme prensibiyle personelin zamanla daha kaliteli metinler üretmesine katkı sağlamakta ve kurumsal iletişim standardının yükseltilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

- Sentetik gazete küpürü oluşturulmasında YZ desteği ile girilen içeriğe göre haber resmi ve içeriği oluşturulan bir uygulama yazılmıştır.
- Yayılan ve yayılma potansiyeli olan dezenformasyonu kontrol etmek için kurumun hazırladığı bültenler kaynak gösterilerek hakikati gösteren bir sohbet robotu geliştirilmiştir.
- TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projeleri (KAMAG 1007) kapsamında hayata geçirilen proje ile talep sınıflandırma, önceliklendirme ve otomatik tanı önerisi gibi ileri düzey YZ teknolojileri kullanılarak, kurumun iş yükünün optimize edilmesi sağlanmıştır.
- Kurumun bölge müdürlükleri ve yurtdışı temsilcilikleri için hazırlanan internet uygulamasında, internet sitelerindeki haberlerde belirtilen anahtar kelimeleri arayıp ilgili haberleri getiren ve bunlarla ilgili detaylı raporlar sunan YZ uygulaması (haber takip sistemi) geliştirilmiştir.
- Kurumun daire başkanlıkları ve koordinatörlükler için personelin YZ teknolojilerini anlama, kullanma ve değerlendirme yetkinliklerin geliştirmeyi hedefleyen YZ okur-yazarlığı eğitimi amacıyla interaktif bir eğitim internet sitesi hazırlanmıştır.
- Kurumun internet sitelerine gelen trafiklerde hata kodlarını analiz edip siber güvenlik verilerini değerlendiren bir uygulama (siber güvenlik analiz uygulaması) geliştirilmiştir. Bu uygulama, gelişmiş veri analizi ve anomali tespiti algoritmaları kullanılarak siber saldırılara karşı erken uyarı sistemi işlevi görmektedir.
- Ülkemizin küresel imajını çeşitli boyutlarıyla ölçümleyerek, ülke markasını farklı parametrelerle YZ desteği ile değerlendiren ve öneriler sunan bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama ile ülkemizin küresel imajını çeşitli boyutlarıyla ölçümleyerek, ülke markasının güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri belirlenerek stratejik iletişim planları oluşturulmaktadır.
- Metni ve resimleri dâhil tüm içeriği YZ ile oluşturulan çocuklara yanlış bilgilerden korunmayı, bilinçli medya kullanımını ve dezenformasyona karşı dikkatli olmayı eğlenceli şekilde öğreten bir kitap hazırlanmıştır.
- Kurumun yayınları üzerinden kurumsal hafızayı ve akademik çalışmaları güçlendirmek amacıyla Bilge Atıf Sistemi isimli özel bir YZ modeli hazırlanmıştır.
- Kurumun yurt dışı teşkilatları için geliştirilen manşet uygulaması ile seçilen bölge

ve ülkedeki fiziksel gazete görselleri ayrıştırılarak manşet haberlerinin YZ ile değerlendirilmesi ve kullanıcıya sunulmaktadır.

- Yurtdışında yaşayan görevli personelin çocuklarına Türkçe eğitimi için YZ destekli bir interaktif öğrenme platformu geliştirilmiştir.

1.8.5.8 TÜBİTAK – BİLGEM

TÜBİTAK BİLGEM ülkemizde ilk YZ projelerini geliştiren kurumlarımızdandır. Bu kapsamda hayata geçirilen ilk YZ projesi; 1991'de başlanılan NATO Projesi, "NetWaSıf (Network Weapon System Simulation in Flight)", F-16 pilotlarının önce karada daha sonrada F-16'ların üzerinde YZ'ye karşı savaşmalarını sağlayan bir yapı olarak oluşturulmasını sağlayacak bir projedir.[292] 2005 yılına gelindiğinde ise projenin geliştirme aşamasına devam edilirken havada uçan F-16'ların birbirleriyle savaş oyununu YZ ile oynadıkları versiyon geliştirilmiştir. Kurum bundan sonra bilgisayarlı görü, konuşma ve konuşmacı tanıma, doğal dil işleme, robotik, uzman sistemler, akıllı haberleşme, akıllı otomasyon, nesnelerin interneti, büyük veri analitiği gibi birçok YZ uygulama alanında projeler geliştirmiştir.[293]

BİLGE - Türkçe Büyük Dil Modeli Projesi: Projesi kapsamında Türkçe Büyük Dil Modelleri geliştirilmektedir.[294] Projenin gerçekleştirme motivasyonu Türkçeyi ve Türk kültür ve bağlamını önceliklendiren temel bir Türkçe büyük dil modeli ortaya koymaktır. Projenin ile; veri güvenliği, dış çözümlere olan bağımlılığı azaltma ve teknoloji üzerinde hakimiyet kazanma hedeflenmektedir. Projede çok çeşitli kaynaklardan (İnternet, TRT, Türk Dil Kurumu, Milli Kütüphane, MEB) veri toplamakta ve bu veriler kullanılarak temel bir Türkçe büyük dil modeli eğitilmektedir. Projen sonucu oluşturulan ilk model Kredi Kayıt Bürosu ortamına kurulum çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışma ile finans sektöründeki bütün kurum/kuruluşlara hizmet veren Kredi Kayıt Bürosu aracılığı ile geliştirilen model gerçek saha verileri ile test edilmiş olacaktır. Modelin ilk sürümünün 2025 yılı sonunda tamamlanması ve kullanıma sunulması planlanmaktadır.

Türkiye Yapay Zekâ Portali Projesi: Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025 Eylem Planı doğrultusunda ülkemizin YZ konusundaki faaliyetlerini kolaylaştırmak ve YZ ekosistemindeki tüm paydaşlar için çekim merkezi olacak saydam ve katılımcı bir YZ Portali kurulması hedeflenmiştir.

---

[292] Dr. Mehmet Haklıdır'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[293] TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[294] Dr. Mehmet Haklıdır'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Yapay Zekâ Portali ile YZ ekosistemindeki tüm paydaşlar arası etkileşimin, iletişimin ve bilgi paylaşımının sağlanması, ayrıca küresel gelişmelerden haberdar olunması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda, Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığının desteği ile, TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü bünyesinde proje başlatılmıştır. 2023 yılında başlayan projede 2025 yılı sonunda ilk sürümün tamamlanması hedeflenmiştir.[295]

TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, TÜBİTAK TEYDEB programı çerçevesinde gerçekleştirdiği Yapay Zekâ Ekosistem çağrıları ile 2022 yılından bugüne kadar özel sektör için toplam 41 projenin geliştirilmesine öncülük etmiştir.[296] Bu projelerin bir kısmı tamamlanmış bir kısmında devam etmektedir. TÜBİTAK KAMAG programı çerçevesinde de 9 kamu kurumumuzun ihtiyaçları için projeleri koordine etmektedir. Bunlarla beraber, birçok kamu kurumuzla ihtiyaç analizleri yaparak projelendirme çalışmalarına devam etmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmektedir;

- Millî Eğitim Bakanlığı ile beraber Yapay Zekâ Destekli Öğretmen Araçları Projesi geliştirilmiştir. Bu projenin ana hedefi, öğretmenlerin Enstitü'nün geliştirdiği bir üretken YZ modeliyle sınıf düzeyinde içerik oluşturması, metin tabanlı çözümler yapabilmesi, ders planlarını, ders içeriklerini, ders takvimlerini oluşturabilmesi ve bunun için global bir çözümü kullanmak zorunda kalmaması, mevcut müfredata uygun, Türkçe verimize uygun 1'inci sınıftan 12'nci sınıfa kadar değişen sınıf seviyelerinde çıktılar üretebilmesidir.
- Büyük Dil Modelleriyle Otomatik Soru Oluşturma Projesi ile Türkçe PDF ders materyallerinden otomatik olarak çoktan seçmeli sorular ve yanlış cevap seçenekleri oluşturmak, etkileşimli değerlendirme yoluyla öğrenci ilgisini ve katılımını artırmak, öğrencilere iyi yapılandırılmış, yanlış cevaplar içeren testlerle bilgileri ölçme imkânı sunmak amaçlanmaktadır. YZ soruların projede zorluk seviyesini değiştirerek öğrenciyi yanıltabilecek, aklını çelebilecek farklı soru seviyelerini getirebiliyor.
- STB sorumluluğunda bulunan ve e-ticaret yoluyla piyasaya arz edilen sanayi ürünlerine yönelik, tarama ve denetimler gerçekleştirilebilecek, YZ tabanlı bir elektronik piyasa gözetim ve denetim (E-PGD) aracının geliştirilmesi planlanmaktadır. Proje ile, sanayi ürünlerine yönelik yürütülen e-denetim

[295] a.g.e.
[296] TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

faaliyetlerinin sistematikleştirilmesi, E-PGD için kullanılabilecek yeni araçların sisteme dahil edilmesi en nihayetinde E-PGD faaliyetinin, hızlı, güncel, etkili ve yenilikçi bir sistem haline gelmesi amaçlanmaktadır.

- Türk Tarih Kurumu ile "Osmanlı Kronikleri Dijital Edisyon, Veri, Analiz ve Görselleştirme Platformu" ve "Türk Tarih Kurumu Yayınlarına Dayalı Yapay Zekâ Destekli Tarih Asistanı/Platformu" konularının projelendirilmesi konularında ihtiyaç analizi ve projelendirme çalışmaları yapılmaktadır.

Bunların yanında Kredi Kayıt Bürosu ile birlikte bankaların ihtiyaçları için finansta YZ çözümlerine (finansal türkçe büyük dil modeli, sentetik veri üretimi, federe öğrenme, dolandırıcılık tespit sistemleri, risk analiz sistemleri vb) yönelik analiz çalışmaları yapılmaktadır.

1.8.5.9 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

Kamu tüzel kişiliğini haiz, özel bütçeli ve Hazine ve Maliye Bakanlığı ile ilişkili bir kurum olan Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), ülkenin ihtiyaç duyduğu alanlarda, veri ve bilgilerin, derlenmesini, gerekli istatistiklerin üretilmesini, yayımlanmasını ve dağıtımını yapmak amacıyla 1926 yılından beri faaliyet yürüten bir kurumdur.[297]

TÜİK bireylerden, hanelerden, işyerlerinden araştırmalar ve sayımlar yoluyla veri toplar. Topladığı verileri analiz eder ve istatistiki bilgi haline dönüştürür. Bu istatistiki bilgiler, toplumun her kesiminde karar alma aşamalarında güvenilir yol göstericilerdir. Ayrıca verilerin hangi tanım, yöntem, kapsam ve sınıflama kullanılarak hangi kurum tarafından, hangi sıklıkta derleneceği ve yayınlanacağı bilgilerini içeren Resmi İstatistik Programını kurum/kuruluşlar ile koordineli olarak hazırlayarak programda yer alan faaliyetlerin izleme ve değerlendirmesini raporlar.

TÜİK, kendi süreç ve faaliyetlerinde de YZ kullanımı için çalışmalarını yürütmektedir. Bu bilinçle, kamusal verilerin gizliliğini koruyarak etkin analizler gerçekleştirebilmek adına çözümler üretmeyi ve YZ modellerini kurumsal süreçlere entegre etmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda, Yapay Zekâ Entegrasyonu ile Yazılım Geliştirme, Dijital Defter Mobil Uygulaması ve Mesleki Alanların Yönelimi Araştırması (MAYA) Projelerini geliştirmektedir. MAYA projesi, İŞKUR ve çevrimiçi kariyer sitelerinden elde edilen iş ilanlarını analiz ederek ulusal meslek-yetkinlik envanteri oluşturmayı hedeflemektedir. YZ ve kural tabanlı hibrit sistemle meslek ve beceri dönüşüm trendleri

[297] Türkiye İstatistik Kurumu, https://www.tuik.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

incelenirken, elde edilen verilerin eğitim ve istihdam politikalarına katkı sağlayarak sektörel ve bölgesel işgücü taleplerini haritalandırması öngörülmektedir.

1.8.5.10 Türkiye İş Kurumu (İŞKUR)

Türkiye İş Kurumu (İŞKUR), Türkiye'de istihdamın korunmasına, geliştirilmesine, yaygınlaştırılmasına ve işsizliğin önlenmesi faaliyetlerine yardımcı olmak ve işsizlik sigortası hizmetlerini yürütmek üzere kurulmuş, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına bağlı olarak faaliyetlerini yürüten bir kurumdur.[298]

- İŞKUR, yürütmekte olduğu faaliyetler kapsamında iş gücüne yönelik çeşitli saha araştırmaları yapmaktadır. Bu kapsamda 2024 yılı sonundan yaptığı "İkiz Dönüşümün İşgücü Piyasasına Etkisi Araştırması, Yapay Zekâ Alt Araştırması" kapsamındaki özet bulgular aşağıdaki gibidir:[299]
- İşletmelerin dijital dönüşüm uygulamalarını kullanım düzeyleri %34.4'dür.
- İşletmelerin dijital dönüşüm uygulamalarını kullanım düzeylerinde YZ kullanımı %2.69'dur.
- YZ kullandığını belirten işletmelerin büyüklükleri dikkate alındığında YZ'nin en yoğun kullanıldığı işletmeler 50 üstü çalışana sahip işletmelerdir.
- Araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğu (%58,21), YZ'nin yıllar içinde tüm işlerde işsizliği artıracağını belirtmişlerdir. Bununla beraber araştırmaya katılan işletmelerin büyük çoğunluğu (%79,86) YZ'nin nitelikli işgücü gerektirecek yeni iş alanları ortaya çıkaracağını belirtmişlerdir.
- Araştırmanın nitel bulguları; bazı mesleklerde ve sektörlerde çalışan sayılarında azalış beklendiği ve diğer taraftan YZ'nin ve dijitalleşmenin yeni işler oluşturması nedeniyle toplam istihdamın YZ'den olumsuz etkilenmeyeceğini göstermektedir.

Bunlarla birlikte İŞKUR, kendi iş süreçlerinde YZ kullanımı için çeşitli proje ve çalışmalar yürütmektedir. Bunlar; İş Arayan Profilleme, İş Arayan-İşveren Eşleştirme, İŞKUR İstatistik Bilgi Sistemi, Benzer İlan/Aday Bulma, Sanal İş ve Meslek Danışmanlığı gibi çalışmalardır.

1.8.5.11 Sağlık Bakanlığı

Sağlık Bakanlığımı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü koordinasyonunda YZ

[298] Türkiye İş Kurumu, https://www.iskur.gov.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[299] Oğuz Özdemir'in 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

destekli projeler yürütmektedir.[300] Bu projelerin önemli bir kısmı devreye alınmış ve ihtiyaçlara göre güncelleme ve yeni faz çalışmaları devam etmektedir. Yapılan projeler aşağıda verilmiştir:

- Sağlık Veri Merkezi Projesi (SAVEM): Proje kapsamında TÜSEB bünyesinde tutulacak tüm sağlık verilerinin saklandığı, işlendiği ve korunduğu merkezin inşası, donanım, yazılım ve personelinin temini yapılacaktır.
- Yapay Zekâ Validasyon Platformu Projesi (AIVP): Projede, sağlık alanında kullanılan YZ yazılımlarının doğruluk temelli validasyon ve akreditasyon süreçlerinin gerçekleştirilecek kapalı bir platformun geliştirilmesi hedeflenmektedir.
- Radyoloji Karar Destek Sistemi Projesi (RADİS): Proje kapsamında, kamuya ait tüm radyoloji görüntüleme sistemlerine yol gösterecek, kanıta dayalı karar ağacına dayanan ulusal karar destek sisteminin geliştirilmesi, HBYS sistemlerine uygulanması ve SGK'ya bağlantı yapılması hedeflenmektedir.
- Yapay Destekli Mamografi Erken Tanı ve Raporlama Sistemi Projesi (METRA): Projede, Ulusal Mamografi Tarama Programı bünyesinde kullanılmak üzere, çok gelişmiş bir YZ sistemi geliştirilmesi ve validasyonu hedeflenmiştir. Projenin 2025 yılında başlaması planlanmıştır.
- Türkiye Ulusal Genom ve Biyoinformatik Projesi (GENOM): Proje kapsamında, 15.000 genom analiz hedefi ile uyumlu araştırma, geliştirme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve klinik analizlere yönelik altyapının kurulması planlanmıştır. İlk fazı 2017 yılında tamamlanan projenin ikinci fazı 2022 yılında başlamış ve çalışmalar devam etmektedir. Projede bugüne kadar, 557 örnek tüm genom dizileme metoduyla dizilenmiştir. Halen devam eden proje kapsamında dizileme ve analiz işlemleri devam etmektedir.
- Yapay Zekâ Destekli Yüksek Rezolüsyonlu Prostat MR Tanı Sistemi Projesi (PROTAN): Projede, çok yüksek manyetik alan gücünde elde edilen MR görüntülerinden prostat kanserini, tipini ve yayılımını en doğru şekilde sağlayacak YZ destekli tanı sisteminin üretilmesi hedeflenmiştir.
- Tıbbi Cihaz Dağılım ve Planlama Projesi (TEDAP): Proje kapsamında, Sağlık Bakanlığının tıbbi cihaz planlamada kullanılacak optimizasyon yazılımının geliştirilmesi planlanmıştır.

[300] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

- Tıbbi Cihaz İnovasyonu ve Üretimi İzleme Sistemi Projesi (MEDINOVA): Proje kapsamında ülkemizde yüksek kalitede tıbbi cihazların üretilmesini sağlamak üzere TÜSEB bünyesinde MDR yazılım ve portali oluşturulacaktır.

1.8.5.12 BTK Projeleri

YZ Tabanlı Kimlik Doğrulama Projesi:[301] Elektronik Haberleşme Sektöründe Başvuru Sahibinin Kimliğinin Doğrulanma Süreci Hakkında Yönetmelik" 26/6/2021 tarihli ve 31523 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak 31.12.2021 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Yönetmelik ile, elektronik ortamda başvuru sahibinin kimliğinin doğrulanmasına ilişkin farklı yöntemler belirlenmiş olup bu yöntemler arasında "YZ ile görüntülü kimlik doğrulama" yöntemi yer almaktadır. Yönetmelik, başvuru sahibinin yüz biyometrisi alınarak kimlik belgesindeki fotoğraf ile karşılaştırma yapmak suretiyle YZ ile kimlik doğrulama işlemi gerçekleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu proje ile BTK yönetmelikte bulunan YZ tabanlı kimlik doğrulama uygulamasını geliştirmiş ve kullanmaktadır.

AZAD Projesi:[302] BTK bünyesinde siber olaylara müdahalede ulusal koordinasyonu sağlamak amacıyla faaliyetlerini sürdüren Ulusal Siber Olaylara Müdahale Merkezi tarafından geliştirilen AZAD, Ülkemizin yerli ve milli üretim çalışmaları kapsamında siber tehditlere karşı erken müdahale sağlanabilmesi için hızlı tespit yapılabilmesi amacıyla YZ ile geliştirilmiş bir sistemdir.

AZAD, büyük veri içerisinde hem makine öğrenmesi hem de doğal dil işleme kullanarak zararlı alan adlarını yakalamak amacıyla kullanılan bir sistemdir.

1.9 2025 YILI YATIRIM PROGRAMINDA BULUNAN YAPAY ZEKÂ İÇERİKLİ PROJELER

15.01.2025 tarihli ve 32783 birinci mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 2025 Yılı Yatırım Programında bulunan YZ içerikli projeler ise açıklamaları ile birlikte aşağıda bulunmaktadır. Bunlarla birlikte (mülga) CBDDO tarafından yürütülen proje ve çalışmalar Bölüm 1.12.4.6 altında verilmiştir.

1.9.1 Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Bakanlık tarafından yürütülecek olan "Merkezi Yapay Zekâ Çözümleri Projesi" ile Bakanlığın YZ çözümlerinin bütünleşme sürecini kolaylaştırmak amacıyla merkezi bir YZ

[301] Rıdvan Kahveci'nin 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı**, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[302] a.g.e.

altyapısının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Proje, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) süreçlerinin otomasyonu, YZ ile bina hasar tespiti, istenilen tüm uygulamalarda kullanılabilecek modüler "Chatbot" yapımı, robotik süreçler ve mevzuat belgeleri için özelleştirilmiş "Chatbot" geliştirilmesi gibi önemli çalışmalar gerçekleştirilecektir.

YZ ile bina hasar tespitindeki amaç, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği konularında sürdürülebilirliği desteklemek için YZ teknolojilerinden yararlanarak nesnelerin otomatik olarak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Burada bahsi geçen "nesne" kavramı Bakanlık tarafından ihtiyaç duyulan bina, ağaç, araç vb. nesneler kapsamaktadır. Bu projede odaklanılacak olan ilk ana hedef ise bina tespiti ve değişim analizi olacaktır.

Proje, genel olarak verimlilik artışı, hata oranlarının azaltılması, kaynak kullanımının optimizasyonu, kolay erişilebilir ve kullanıcı dostu, değişen ihtiyaçlara hızla uyum sağlama yeteneği ile dinamik ve esnek çözümler sunan, karar verme süreçlerinin güçlendirilmesi gibi hedeflere ulaşmayı amaçlamaktadır. Projeye tahsis edilen toplam bütçe 10 milyon lira olup proje 2025 ile 2026 yılları arasında tamamlanması planlanmaktadır.

1.9.2 Hazine ve Maliye Bakanlığı

Bakanlık tarafından yürütülecek olan "Yapay Zekâ Destekli Analiz Uygulamaları Projesi", vergi güvenliğini artırmak ve mükellef davranışlarını daha etkin analiz edebilmek amacıyla geliştirilecektir.

Proje kapsamında, büyük veri teknolojisi ile desteklenen YZ sistemleri kullanılarak mükelleflerin gelirleri ile beyan ettikleri veriler arasındaki uyumsuzluklar analiz edilecek; ortalama mükellef davranışları ve riskli durumlar tespit edilecektir. Bu sayede, olası vergi kayıplarının erken tespiti ve daha etkili müdahale mekanizmaları geliştirilecektir. Bu kapsamda projenin temel hedefleri:

- Vergi beyanı ile gerçek gelir arasındaki farkları analiz ederek uyumsuzlukları ortaya koymak,
- Riskli mükellef davranışlarını YZ ile tanımlamak,
- Denetim süreçlerine erken uyarı ve otonom analiz sistemleri kazandırmak ve
- Vergi kayıplarını en aza indirerek kamu gelirlerini güvence altına almaktır.

Ocak 2025 – Aralık 2025 tarihleri arasında 40 milyon lira bütçeyle yürütülecek proje ile idare uzmanlarının iş yükünü azaltacak, veri temelli karar süreçlerine katkı sağlayacak ve vergi güvenliğinde yeni bir dönem başlatılması planlanmaktadır.

1.9.3 İçişleri Bakanlığı

Bakanlık tarafından yürütülecek olan "Yapay Zekâ Metin Sınıflandırma Projesi" ile Bakanlık merkez teşkilatı ve bağlı birimlerin ihtiyaçları doğrultusunda, metinsel veri işleme süreçlerine YZ entegrasyonun sağlanması amaçlanmaktadır. Bu sayede bakanlık birimlerinde kullanılan metin tabanlı verilerin daha hızlı, doğru ve verimli şekilde analiz edilmesi sağlanması planlanmaktadır.

Proje kapsamında;

- Doğal dil işleme (NLP),
- Metin sınıflandırma,
- Anlam çıkarımı algoritmaları

gibi YZ teknolojileri geliştirilerek, bu çözümlerin kurumsal uygulamalara entegre edilmesi hedeflenmektedir. Ocak 2025 – Aralık 2025 tarihleri arasında yürütülecek olan proje, toplam 20 milyon lira bütçeyle hayata geçirilecektir.

YZ'nin kamu hizmet süreçlerine etkin biçimde entegre edilmesiyle, veri analizinde doğruluk artırılacak, iş süreçleri hızlanacak ve maliyet-verimlilik dengesi optimize edilmiş olacaktır.

1.9.4 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Bakanlık tarafından başlatılan "Piyasa Gözetimi ve Denetimi (PGD) Faaliyetlerinde Yapay Zekâ ile Etkinliğin Artırılması Projesi" ile e-ticaretin hızla yaygınlaştığı günümüzde piyasaya sunulan ürünlerin daha etkin ve hızlı bir şekilde denetlenmesini amaçlanmaktadır.

Kurulması planlanan zekâ tabanlı bir dijital denetim sistemi (E-PGD), makine, otomotiv, elektrikli ürünler, asansör, gaz yakan cihazlar gibi birçok farklı ürün grubunu kapsayacak olup bu sistem sayesinde internet üzerinden satışa sunulan milyonlarca ürünün denetimi daha etkili ve hızlı biçimde gerçekleştirilebilecektir. 2025 ve 2027 yılları arasında yürütülecek proje, 10,5 milyon lira bütçeyle hayata geçirilecektir.

YZ destekli E-PGD altyapısı, STB'nin yanı sıra ülkemizde PGD yetkisi bulunan diğer kamu kurumları için de örnek bir model oluşturacaktır. Bu sayede, elektronik ortamda satışa sunulan ürünlerin etkin şekilde denetlenmesi, YZ teknolojileriyle hızlı ve doğru veri analizinin yapılabilmesi ve tüketici sağlığı ve güvenliğinin daha güçlü korunmasıyla, vatandaşların güvenli ve mevzuata uygun ürünlere erişimi sağlanacak olup tüketici hakları daha güçlü bir şekilde korunacaktır.

Bakanlık tarafından "Yapay Zekâya Dayalı Etki Değerlendirme Portalinin Geliştirilmesi Projesi" ile veri hazırlama, model oluşturma, modeli test etme ve devreye alma

sürecinin tamamını kapsayan esnek ve yaygınlaştırılabilen bir analiz ortamının sunulması amaçlanmaktadır. Oluşturulacak platformlar ile analitik yaşam döngüsü içerisinde verinin temizlenmesi ve kullanıma hazır hale getirilmesinden başlayarak ileri analitik, tahminleme ve YZ uygulamalarına kadar birçok analitik faaliyetler yürütülebilmesi hedeflenmektedir. 2023 – 2025 tarihleri arasında yürütülecek proje, 2,4 milyon lira bütçeyle hayata geçirilecektir.

Veri kalitesinin iyileştirilmesi ve anlık izleme kabiliyetinin geliştirilmesine yönelik aşağıdaki faaliyetlerin projeler dâhilinde yapılması planlanmaktadır:

- Verinin iyileştirilmesi ve kullanılabilir hale getirilmesi: Verinin temizlenmesi, ilişkilendirilmesi, hata ve tutarsızlıkların tespit edilmesi yolu ile veriye ilişkin sorunların asgari düzeye indirilmesi,
- Anlık olarak verilerin izlenmesi: Oluşturulacak gösterge panelleri ile ihtiyaçlara göre kolayca güncellenebilecek izleme panellerinin oluşturulması.

1.9.5 Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)

TÜBİTAK, Avrupa'daki YZ çalışmalarını ivmelendirmek amacıyla desteklenen BSC Yapay Zekâ (YZ) Fabrikası projesine katılım göstermiştir. Bu proje Avrupa'da dört katılımcı ülkede (İspanya, Portekiz, Türkiye ve Romanya) konuşlanacak ve Avrupa'nın gelişen YZ ihtiyaçlarını karşılamak için özel olarak tasarlanmış kapsamlı bir YZ odaklı hizmet seti sunacaktır. Bu hizmetler, Barselona'da bulunan Türkiye'nin de ortak olduğu "MareNostrum5" süper bilgisayarının en son YZ odaklı bilişim teknolojilerini kullanacak şekilde güçlü bir donanım yükseltmesi üzerinde çalışacaktır. Söz konusu hizmetler ileri YZ odaklı bilişim teknolojilerini test etmek için bir laboratuvar içerecek ve sanayi tarafından YZ'nin benimsenmesi ve kullanımını artırmak amacıyla güçlü bir eğitim, ağ oluşturma ve merkez altyapılarıyla desteklenecektir.

Söz konusu BSC YZ Fabrikası üç temel sütun üzerine inşa edilecektir.

1. Yüksek değerli YZ odaklı hizmetlerin kapsamlı bir setinin geliştirilmesi ve işletilmesi,
2. Gelişmiş YZ bilişim kapasitelerini entegre etmek için MareNostrum5 süper bilgisayarının yükseltilmesi,
3. Yeni bilişim teknolojilerini test etmek amacıyla gelişmiş deneysel, YZ için optimize edilmiş bir platformun oluşturulması.

Fabrika, temel hizmetler ve bunları tamamlayan bir dizi destek mekanizması üzerine kurulması planlanmaktadır. Bu bileşenler ile katılımcı ülkelerdeki ve tüm Avrupa Yüksek Performanslı Bilgi İşlem Ortak Girişimi (European High Performance Computing - HPC) üye

ülkelerindeki Avrupa YZ inovasyon ekosistemi güçlendirilecektir. Temel hizmetler; YZ için optimize edilmiş yüksek performanslı hesaplama (HPC) kaynaklarına erişim, veri alanı, yazılım kütüphanesi ve ileri kullanıcı desteğini içerecektir. Destek mekanizmalar ise özel bir eğitim programı, girişim hızlandırıcıları (kuluçka merkezleri ve ortak çalışma alanları dâhil), sektörel merkezler, çözüm bulma etkinlikleri (hackathonlar) düzenlenmesi ve yıllık bir BSC YZ Fabrikası etkinliği organize edilmesini kapsayacaktır.

Yeni MareNostrumS YZ bölümleri, özellikle YZ işakışları (örneğin, büyük dil modelleri eğitimi ve çıkarımı) için tasarlanmış en güncel YZ odaklı bilişim mimarilerini içerecektir. MareNostrum5'in YZ yükseltmesinin nihai yapılandırması, beklenen iş yüklerinin niteliği ve hacmine göre mevcut teknolojileri dengeleyerek BSC YZ Fabrikası'nın bilişim kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

Ülkemizde birçok kamu kurumunda, özellikle dijital dönüşüm çalışmaları ile birlikte YZ birçok uygulamada kullanılmaktadır. Bu bölümde odağı YZ olan önemli kamu projelerinden örnekler verilecektir.

1.10 STK VE ÖZEL SEKTÖR ÇALIŞMALARI

1.10.1 STK Çalışmaları

Ülkemizde YZ alanında faaliyetler yürüten çok sayıda STK vardır. Bu oluşumlar, akademik araştırmalardan sektörel uygulamalara, eğitim programlarından toplumsal farkındalık projelerine, araştırma raporlarından çeşitli yarışmalara, teknik desteklerden girişimci desteklerine kadar geniş bir yelpazede çalışmalar yürütmektedir. Bunların başlıcaları ve özet faaliyetleri aşağıdaki gibidir;

a. Türkiye Yapay Zekâ Platformu (Artificial Intelligence Türkiye):[303] Türkiye Bilişim Vakfı (TBV) ve İstanbul Teknik Üniversitesi Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (İTÜ AI) iş birliği ile yapılanmış bir sivil toplum hareketidir. Ana faaliyetleri:

- Güvenilir YZ sistemleri üzerine politika ve rehberler geliştirmek
- Girişimcilik destek programları (örn. Girişim Fabrikası)
- "AI For Good" gibi sosyal etki odaklı projeler
- AI farkındalığını artırmaya yönelik faaliyetler (Yayınlar/Dokümanlar/Bültenler, Podcastler, AIWARENESS gibi)
- Ulusal strateji belgelerine katkı yapmak

[303] AITR, Türkiye'nin Yapay Zekâ Platformu, https://ai.org.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

b. Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi (TRAI - Turkish AI Initiative):[304] Türkiye'de YZ farkındalığını artırmak ve ekosistemi güçlendirmek amacıyla 2017 yılında kurulmuştur. Başlıca faaliyetleri:

- TRAI Meet-Up, YZ seminerleri, YZ zirveleri, demo-günleri gibi etkinlikler düzenleyerek ülkemizdeki YZ ekosisteminin iş birliğini ve etkinliğini artırmak
- Türkiye'deki AI ekosistemini haritalandırmak ve raporlamak
- AI girişim envanteri yayınlamak
- Kamu, özel sektör ve akademi arasında köprü oluşturarak YZ alanındaki iş birliklerini artırmak

c. Açık Veri ve Teknoloji Derneği (AVTED):[305] Dernek, açık veri kültürünü yaygınlaştırmayı ve teknolojik olanaklarla bu verilerin toplum yararına kullanılmasını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Derneğin temel hedefleri aşağıdaki gibidir:

- Açık veri farkındalığını artırmak: Toplumda açık veri kavramının anlaşılmasını ve benimsenmesini sağlamak.
- Açık veri uygulayıcıları topluluğu oluşturmak: Farklı disiplinlerden bireyleri bir araya getirerek açık veri temelli projeler geliştirmek.
- Açık veri değerlendirme indeksi oluşturmak: Türkiye'deki açık veri uygulamalarını analiz ederek bir değerlendirme sistemi geliştirmek.

d. Bilişim Sanayicileri Derneği (TÜBİSAD):[306] Ülkemizdeki bilişim sektörünün gelişimini desteklemek, sektör paydaşlarını bir araya getirmek ve kamu ile özel sektör arasında köprü oluşturmak amacıyla kurulmuş bir dernektir. Dernek, Türkiye'deki Bilgi ve İletişim Teknolojileri pazarının yaklaşık %90'ını temsil etmektedir. Derneğin başlıca faaliyetleri şunlardır:

- Bilişim sektörünü temsil etmek.
- Sektörel raporlar ve analizler sunmak.
- Kamu kurumlarıyla iş birliği içinde yasa, yönetmelik ve stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamak.
- Bilişim alanında insan kaynağının artırılması için eğitim ve yetenek projeleri üretmek.
- Şirketlerin dijitalleşmesini desteklemek ve sürdürülebilirlik odağında çalışmalar yapmak.

[304] TRAI, Türkiye Yapay Zeka İnisiyatifi, https://turkiye.ai, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[305] AVTED, Açık Veri ve Teknoloji Derneği, https://avted.org.tr, (ErişimTarihi: 31.07. 2025).
[306] TÜBİSAD, Bilişim Sanayicileri Derneği, https://tubisad.org.tr/tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

e. Türkiye Yazılımcılar Federasyonu (TÜYAFED):[307] TÜYAFED, Yazılım ve Bilişim sektöründe faaliyet gösteren dernekler tarafından bir araya gelinerek kurulan bir çatı kuruluştur. TÜYAFED'in amaç ve genel faaliyetleri; yazılımda sektör birliğini sağlamak, dijital dönüşümü hızlandırmak, akademi ve sanayi birliğini sağlamak, Türkiye geneli ticaret odalarında yazılım meclislerinin kurulması ve firmalar ile entegrasyonunu sağlamak, endüstri 4.0 ve 5.0 entegrasyonunu sağlamak, gelişmekte olan bölgeleri kalkındırmak, eğitim çalışmaları yapmak, Ar-ge kuluçka merkezleri oluşturmak, yerli-yabancı yazılımları bir araya getirerek başta Avrupa olmak üzere gelişmiş ülkelere yazılım ve donanım ihracatlarının önünü açmak, yurtdışına açılmak isteyen mikro, kobi veya büyük ölçekte olan bütün üreticilerimize kurmuş olduğumuz yurt dışı temsilcilikleri ile birlikte kılavuz olmak ve yeni buluşlar ile birlikte melek yatırımcıları bir araya getirmektir. Bu amaçlar için başta çalıştaylar olmak üzere çeşitli organizasyonlar gerçekleştirmektedir.

TÜYAFED'in 23 komitesi arasında; Yapay Zekâ Komitesi, Dijital Dönüşüm Komitesi, Metaverse Komitesi ve Robotik Sistemler ve Robotik Yapay Zekâ Komitesi gibi YZ alanında çalışmalar yapan komiteler vardır.

f. Yapay Zekâ Politikaları Derneği(AIPA):[308] YZ'ye dair farkındalık yaratmak ve sektörün gelişimine dair bir platform oluşturmak doğrultusunda kurulan dernek; ekonomi, eğitim, hukuk ve insan hakları, güvenlik ve dış politika, medya ve iletişim, siyaset, çevre ve iklim, tarım ve kırsal kalkınma, enerji, girişimcilik, e-ticaret, spor, sağlık, kültür ve sanat, göç, turizm, havacılık ve afet yönetimi gibi birçok alanda faaliyet yürütmektedir.

g. Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Derneği (YZVBD):[309] Bu dernek YZ ve veri bilimi alanında çalışan bireyleri, akademisyenleri ve kurumları bir araya getirerek eğitimler, hackathonlar ve atölye çalışmaları düzenlemektedir.

h. Ülkem İçin Yapay Zekâ Derneği (AI4TR):[310] Ülkemizde YZ alanında bir güç birliği oluşturma amacında olan dernek, YZ alanındaki projeleri destekleyen AI4TR, Türkiye Yapay Zekâ Ödülleri gibi etkinliklerle inovasyonu teşvik etmektedir.

i. Yapay Zekâ ve Teknoloji Derneği (YZTD)[311]: Derneğin amacı, Türkiye'de YZ ekosisteminin tüm aktörlerini ve bileşenlerini bir araya getirmek ve en etkin işleyiş oluşturmaktır. Bu amaçla ideathonlar ve girişimcilik bültenleri gibi etkinliklerle faaliyet göstermektedir.

---

[307] TÜYAFED, Türkiye Yazılımcılar Federasyonu. https://www.tuyafed.org/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[308] AIPA, Yapay Zekâ Politikaları Derneği, https://aipaturkey.org, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[309] YZVBD, Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Derneği, https://yzvb.org, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[310] AI4TR, Ülkem İçin Yapay Zekâ Derneği, https://ai4tr.org.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[311] YZTD, Yapay Zekâ ve Teknoloji Derneği, https://yztd.org.tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

j. Tıpta Yapay Zekâ Derneği (TYZD):[312] Dernek, tıp ve YZ arasındaki kritik kesişimi anlama, tanıma ve bu alandaki ilerlemeyi teşvik etme amacıyla kurulmuştur. Ülkemizdeki akademik, endüstriyel ve klinik alanlarda liderlik yapmış uzmanları bir araya getirerek, tıpta YZ uygulamalarının etkili, güvenli ve yenilikçi bir şekilde nasıl entegre edileceğine dair çalışmalar yapmaktadır.

k. Türkiye Derin Teknoloji Vakfı (TDTV):[313] Derin teknoloji alanında faaliyet gösteren TDTV, YZ ve otonom sistemler gibi konularda araştırma raporları yayınlamakta, projeler, eğitim ve hızlandırma programları yürütmektedir.

l. Savunma Sanayi Yapay Zekâ Yetenek Kümelenmesi (SAYZEK):[314] SAYZEK, akademi, özel sektör ve ihtiyaç makamlarının katılımlarının hedeflendiği, Savunma Sanayii Başkanlığı(SSB) tarafından yürütülen bir projedir . SAYZEK, ekosisteme ilişkin yetenek matrisi oluşturulması, odak alanlara yönelik iş birlikleri yürütülmesi, sivil alandaki çalışmaların savunma sanayine kazandırılması, ürünleşme sürecinin hızlandırılması, ortak altyapılar ve odak laboratuvarlar ile kaynakların verimli kullanılması, farkındalık eğitimleri ile YZ bilinci oluşturularak yetenekli öğrencilerin sektöre kazandırılması amacıyla kurulmuştur.

1.10.2 Özel Sektör Projeleri

Ülkemizde 1004'den fazla YZ girişimi bulunmaktadır.[315] Bunun yanında başta savunma sanayi firmaları olmak üzere birçok büyük ölçekli firmalarda da YZ projeleri geliştirilmektedir. Girişimlerde bugüne kadar 1500'den fazla YZ projesi geliştirildiği belirlenmiştir.[316] Bazı projeler aşağıda verilmektedir:

1.10.2.1 TÜBİTAK Destekli Özel Sektör Projeleri

Bölüm 1.7.5.3'de belirtildiği gibi TÜBİTAK Ekosistem Çağrıları kapsamında özel sektör YZ Ar-Ge projelerini desteklemektedir.[317] Bu kapsamdaki bazı projeler aşağıda verilmiştir:

1. Proje: Hareketli Kamera Sistemleri İle Çalışan Derin Öğrenme Ve Görüntü İşleme Tabanlı Otoyol Olay Algılama Sistemi Geliştirilmesi

[312] TYZD, Tıpta Yapay Zekâ Derneği. https://www.tyzd.org, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[313] TDTV, Türkiye Derin Teknolji Vakfı. https://tdtvakfi.org , (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[314] SAYZEK, Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümelenmesi, https://sayzek.org.tr/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[315] TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[316] a.g.e.
[317] TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, Ekosistem Projeleri, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze-devam-eden-ekosistem-projeleri/, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Yürütücü: TYX Teknoloji.

Çıktı: 3 farklı otoyol projesi (2 yurtiçi,1 yurtdışı) için satış gerçekleştirildi.

2. Proje: Yapay Zekâ İle Çalışan, Bulut Tabanlı Obje Tanıma Ve Hassas Harita Verisi Üretme Platformu

Yürütücü: VİSİOSOFT Teknoloji

Çıktı: OpenstreetMap iş birliğinde küresel anlamda bilinirlik kazanmış bir ürün.

3. Proje: Bulut Mimaride Sanal Öğretmen Projesi

Yürütücü: SESTEK

Çıktı: MORPA KAMPÜS e-öğrenme platformuna entegre edilmiştir.

4. Proje: Direct Drive Teknolojisi Kullanan Rüzgar Türbinlerinde Kestirimci Bakım Faaliyetleri İçin Yardımcı Yapay Öğrenme Tabanlı Karar Destek Sistemi

Yürütücüler: Poyraz Enerji, Kavagen, Okan Üniversitesi

Çıktı: Arızaların %88 doğruluk ile öngörülebilmesi sağlandı. Sahada kullanılmaya başlandı.

5. Proje: Yapay Zekâ Desteği İle Geniş Alanda Nano Kaplama Üretim Verimliliğinin Artırılması

Yürütücüler: Şişecam, SGE Mühendislik, Milli Savunma Üniversitesi

Çıktı: Modeller şirket bünyesinde kullanılmaya başlandı.

6. Proje: Üretim Ortamında Hareket ve Aktivitelerin Görüntü İşleme ile Takibi ve Analizi

Yürütücü: TOFAŞ, Cognitiwe, Koç Üniversitesi

Çıktı: Operasyon birimleri tarafından modeller sahada kullanılmaya başlandı.

7. Proje: Araç Verilerinin Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri İle Kestirimci Bakım Tahminleme Ve Akıllı Yedek Parça Depo Yönetimi

Yürütücüler: Temsa, Datamind, TOBB ETÜ

Çıktı: Sahada testleri gerçekleştirildi.

8. Proje: Arıcılıkta Yapay Zekâ Tabanlı Polen Sınıflandırma Makinesi Tasarımı

Yürütücüler: Yıldırım Plastik, Vitex Honey Alinda Arıcılık, Ankara Üniversitesi

Çıktı: Polen ayrıştırma makinesinin prototipi geliştirilmiştir. Yıldırım Plastik makinenin üretimini gerçekleştirecektir.

9. Proje: Plastik Enjeksiyon Kalıplama Süreci için Toplam Ekipman Verimliliği Ölçümü ve Dijital İkiz Tabanlı Karar Alma Kontrol Yazılımı Geliştirilmesi

Yürütücüler: Tekkan Plastik, Rotorbit, İstanbul Teknik Üniversitesi

Çıktı: Geliştirilen karar alma yazılımı üretim ortamında devreye alınmıştır.

10. Proje: Robotlu MIG/MAG Kaynak Proseslerinde Yapay Zekâ Destekli Hata Önleyici ve Tahminleyici Akıllı Üretim Sistemi Geliştirme

Yürütücüler: Matay Otomotiv, Cormind, Bursa Teknik Üniversitesi

Çıktı: Geliştirilen model üretim ortamında devreye alınmıştır.

1.11 ORTAK OLUNAN ULUSLARARASI PROJELER

TÜBİTAK tarafından bilim, teknoloji ve yenilik çevrelerinin uluslararası iş birliği programlarına katılımlarını özendirmek ve bu yolla ülkemizin uluslararası iş birliği programlarından en yüksek düzeyde faydalanmasını sağlamak amacıyla "Uluslararası İşbirliklerine Katılımı Özendirmeye Yönelik Destek ve Ödül Programları" yürütülmektedir.

Avrupa Birliği Ufuk 2020 Programı çerçevesinde 2014 yılından bu yana YZ ve ilgili alanlarında 112 projede 168 Türk ortak yaklaşık 67 milyon avro tutarında hibe almaya hak kazanmıştır. Dijital Avrupa Programı'nda ise Türkiye'den 1 proje 500 bin avroya yakın hibe almış ayrıca ülkemizde kamu kurumlarına ve özel sektöre YZ alanında da hizmet vermek üzere kurulan 5 Avrupa Dijital İnovasyon Merkezi (ADİM) toplamda 5 milyon avroya yakın hibeden faydalanmıştır. Yeni kurulacak ADİM'ler için ise 3,7 milyon avroya yakın ek hibe sağlanması beklenmektedir.[318]

YZ alanında Ufuk Avrupa[319] kapsamında 2021'den bu yana Türk araştırmacılar 44 proje içerisinde yer alarak 38,7 milyon avro almaya hak kazanmıştır. Bu projelerde 47 farklı kuruluş (43 farklı özel sektör kuruluşu, 3 farklı üniversite ve 1 Kamu Araştırma Merkezi TÜBİTAK BİLGEM) yer almıştır.[320]

1.12 TÜRKİYE'DEKİ YAPAY ZEKÂ POLİTİKA ÇALIŞMALARI VE İDARİ YAPILANMA

1.12.1 Yapay Zekâ Odaklı Ülke Stratejisine Doğru

1.12.1.1 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı

Yüksek Planlama Kurulu kararı ile kabul edilip Mart 2015 tarihli Resmî Gazete'nin mükerrer sayısında yayımlanan 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı

[318] Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı tarafından Komisyona sunulan 02.06.2025 tarihli ve 1638867 sayılı cevabi yazı.
[319] Ufuk Avrupa Programı, https://ufukavrupa.org.tr/tr, (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[320] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

(BTSEP)[321] kapsamında "Bilgi Teknolojileri Sektörü", "Bilgi Güvenliği" ve "Kullanıcı Güveni", "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Destekli Yenilikçi Çözümler", "Kamu Hizmetlerinde Kullanıcı Odaklılık ve Etkinlik" dahil olmak üzere dijital dönüşümü kesen temel eksenler belirlenmiştir. Bununla birlikte BTSEP kapsamında YZ teknolojileri münferit olarak ele alınmamıştır. Ancak söz konusu eksenler çerçevesinde "Kamuda Büyük Veri Pilot Uygulaması Gerçekleştirilmesi", "BT Sektörü Veri Altyapısı Oluşturulması", "Akıllı Kentler Programı Geliştirilmesi", "Akıllı Uygulamaların Desteklenmesi", "Bilişim Suçları İhtisas Mahkemelerinin Kurulması", "Kişisel Verilerin Korunması Mevzuatının Çıkarılması", "Kamu Verisinin Paylaşılması", "Kamu Bulut Bilişim Altyapısı Oluşturulması", "Siber Güvenlik Kanununun Çıkarılması" ve "Kamuda Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kullanımının Desteklenmesi"[322] gibi YZ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılmasını doğrudan ve dolaylı şekilde etkileyen eylemler belirlenerek bu hususlara ilişkin köklü adımların temeli atılmıştır.

BTSEP kapsamında ele alınan özellikle "Kamuda Büyük Veri Pilot Uygulaması Gerçekleştirilmesi" eylemi, YZ teknolojilerinin önünü açan bir adım olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu eylemin gerekçesinde yer alan açıklamalarda, büyük hacimli veriler kullanılarak müşteri davranışı tahminleme ve karar alma mekanizmalarına yardımcı olacak öngörüler üretme gibi alanlardaki veri madenciliği çalışmalarına dikkat çekilmektedir.[323] İlgili eylemin uygulama adımları ise; sosyal güvenlik alanında büyük veri uygulamalarının belirlenmesi, büyük veri uygulama alanları ile ilgili fayda ve maliyet analizleri yapılarak kullanım alanlarının buna göre belirlenmesi ve büyük verinin kamudaki kullanım alanları hakkında ilgili kamu çalışanlarının eğitilmesi ile büyük veri alanındaki farkındalığın arttırılması olarak belirlenmiştir.

1.12.1.2 Kişisel Veri Odağında Yeni Bir İdari Yapılanma: Kişisel Verileri Koruma Kurumu

BTSEP çerçevesinde bilgi toplumuna dönüşümün sağlıklı şekilde gerçekleşmesi bakımından çözülmesi elzem meselelerden biri olarak ele alınan kişisel verilerin korunması alanı, YZ alanında yürütülen projeler ve politikalar bakımından yön verici etkiye haizdir. Zira veri ile eğitilen YZ teknolojilerinin geliştirilmesinde ve özellikle veri kazıma faaliyetleri

[321] Kalkınma Bakanlığı, 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı, http://www.sp.gov.tr/upload/xSPTemelBelge/files/uqSFE+2015-2018_Bilgi_Toplumu_Stratejisi_ve_Eylem_Plani.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025)
[322] a.g.e., s. 76-77.
[323] a.g.e., s. 132.

çerçevesinde işlenen büyük hacimli veri setlerinin, bireylerin temel haklarını ihlal etmeden kişisel verilerin korunması mevzuatına uygun olarak ve şeffaflık ile ölçülülük gibi belirli temel ilkelere riayet edilerek toplanması, saklanması, kullanılması ve aktarılması gerekmektedir. Bu bağlamda, veri işleme faaliyetlerinin hukuki dayanaktan yoksun olması, kişisel verilerin izinsiz kullanımı ve erişimi gibi hallerde çeşitli idari ve cezai yaptırımlarla karşılaşılması söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla, kişisel verilerin korunması, YZ teknolojilerine ilişkin oluşturulacak politikalar bakımından kritik bir alan olarak değerlendirilmektedir.

Uluslararası düzeydeki çalışmalar bakımından kilometre taşı olarak görülen 108 sayılı Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması Sözleşmesi (108 sayılı Sözleşme), Avrupa Konseyi'nin uzun yıllar süren çalışmalarının ardından 28 Ocak 1981 tarihinde ülkelerin imzasına açılmıştır. Türkiye, 108 sayılı Sözleşmenin ilk imzacılarından biri olmakla birlikte; 108 sayılı Sözleşmenin Türkçe çevirisi ile onaylanmasına ilişkin Bakanlar Kurulu Kararı 17 Mart 2016 tarih ve 29656 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış ve Sözleşme 1 Eylül 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir.[324] 181 No'lu Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması Sözleşmesine Ek Denetleyici Makamlar ve Sınır aşan Veri Akışına İlişkin Protokol ise 8 Kasım 2001 tarihinde Türkiye tarafından imzalanmış[325] ve 5 Mayıs 2016 tarihli ve 29703 sayılı Resmî Gazete'de yayımlandıktan sonra iç hukukta yürürlüğe girmiştir.

Detayları Raporun hukuk bölümünde açıklanmakla birlikte, Türkiye imzaladığı uluslararası sözleşmeler ile 1980'li yılların başından itibaren kişisel verilerin korunması alanındaki çalışmalara dâhil olmuştur. Bu gelişmelerin ardından, 2010 yılında gerçekleştirilen referandum ile kabul edilen Anayasa değişikliği çerçevesinde; kişisel verilerin korunmasının kişilerin temel hak ve özgürlüklerini etkileyen boyutu dikkate alınarak Anayasa'nın "Özel hayatın gizliliği ve korunması" başlıklı 20'nci maddesinde yapılan değişiklikle birlikte kişisel verilerin korunması bir temel hak olarak düzenlenmiştir. Devamla, kişisel verilerin korunmasına ilişkin esas ve usullerin kanunla belirleneceği hüküm altına alınmıştır.

BTSEP kapsamında; zaman içerisinde gelişip çeşitlenen hizmetler ve teknolojiler

[324] İstanbul Bilgi Üniversitesi, İnsan Hakları Hukuku Bilgi Bankası, https://insanhaklarimerkezi.bilgi.edu.tr/tr/content/157-kisisel-verilerin-otomatik-isleme-tabi-tutulmas-karssnda-bireylerin-korunmas-sozlesmesi/#:~:text=T%C3%BCrkiye%20S%C3%B6zle%C5%9Fmeyi%2028%20Ocak%201981,say%C4%B1l%C4%B1%20Resmi%20Gazete'de%20yay%C4%B1mlanm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r.

[325] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve Uygulaması, https://kvkk.gov.tr/yayinlar/K%C4%B0%C5%9E%C4%B0SEL%20VER%C4%B0LER%C4%B0N%20KORUNMASI%20KANUNU%20VE%20UYGULAMASI.pdf

yoluyla kişisel verilerin işlenmesinin katlanarak artacağı öngörülmüştür. Bu noktada özellikle internet teknolojilerinde görülen ilerlemeler ile sosyal ağlar, bulut bilişim teknolojileri, lokasyon bazlı hizmetler ve akıllı kart uygulamaları gibi teknolojilerde gelişmelerin ve küreselleşmenin sonucunda, mevcut kişisel veri koruma düzenlemelerinin de güncellenmesi, yeni kuralların konulması ve uygulamaların geliştirilmesi ihtiyacının hâsıl olduğu belirtilmiştir.[326] Bunların yanında, kişisel verilerin korunması alanında yasal altyapının olmamasının özel sektör aktörlerinin çeşitli zorluklarla karşılaşmasına ve özellikle AB ülkelerine bilgi toplumu hizmetleri sunumu bakımından küresel rekabette dezavantajlı pozisyonda kalmalarına neden olduğuna ve bu durumun da ticari faaliyetlerini olumsuz etkilediğine değinilmiştir.

BTSEP; yukarıda belirtilen çekincelerden özellikle bilişim teknolojilerinin kullanımına olan güvensizliğin azaltılması adına "Kişisel Verilerin Korunması Mevzuatının Çıkarılması" eylemini öngörmüş ve bağımsız ve güvenceli üyelerden müteşekkil Veri Koruma Otoritesinin kurulmasını uygulama adımlarından biri olarak belirlemiştir. Söz konusu düzenleme ile birlikte; Türkiye'deki aktörlerin bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yurt dışına hizmet sunmasının kolaylaşmasının, kişisel veri işleme süreçlerinin iş faaliyetlerinin önemli bir kısmını teşkil ettiği finans, sağlık, sigorta gibi sektörlerdeki iş potansiyelinin güçlenmesinin ve sınır ötesi veri aktarımı ile adli iş birliği kanallarının etkin çalışmasının önünün açılacağı belirtilmiştir.

BTSEP kapsamında belirlenen "Kişisel Verilerin Korunması Mevzuatının Çıkarılması" eylemi 29677 sayılı ve 7/4/2016 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) ile birlikte hayata geçirilmiştir. Bu doğrultuda, KVKK kapsamında verilen görevleri yerine getirmek üzere, idari ve mali özerkliğe sahip ve kamu tüzel kişiliğini haiz Kişisel Verileri Koruma Kurumu kurulmuştur. Kişisel Verileri Koruma Kurumu esas olarak; bu alandaki uygulamaları ve mevzuattaki gelişmeleri takip etme, değerlendirme ve önerilerde bulunma, araştırma ve incelemeler yapma veya yaptırma ile kişisel verilerle ilgili uluslararası gelişmeleri izleme ve değerlendirme, bu konularda uluslararası kuruluşlarla iş birliği yapma ve toplantılara katılma gibi konularda görevlendirilmiştir.

[326] Kalkınma Bakanlığı, 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı, s. 119., http://www.sp.gov.tr/upload/xSPTemelBelge/files/uqSFE+2015-2018_Bilgi_Toplumu_Stratejisi_ve_Eylem_Plani.pdf

1.12.1.3 Kişisel Verileri Koruma Kurumu Tarafından Yapay Zekâ Alanında Yürütülen Çalışmalar

Kişisel Verileri Koruma Kurumu; kişisel verilerin korunması alanında çıkardığı ikincil düzenlemeler ve rehberler dışında yayımladığı kamuoyu duyuruları ve farkındalık çalışmalarının yanı sıra Kişisel Verileri Koruma Kurulu tarafından verilen uygulamaya yön veren kararlar aracılığıyla KVKK hükümlerinin yorumlanması bakımından uygulamada birliğin oluşmasını sağlamaktadır.

Bunların dışında; Kişisel Verilerin Korunması Kurumu, kişisel verilerin korunması ile ön yargı, mahremiyet ve siber güvenlik bakımından çeşitli riskler taşıyan YZ teknolojileri alanındaki gelişmeleri yakından takip ederek bu alanda çeşitli akademik çalışmalar ile rehberler yayımlamakta ve konferanslar düzenlemektedir. Bu çalışmalar arasında; Kişisel Verilerin Korunması Kurumunun 15 Eylül 2021 yılında yayımladığı YZ alanında gerçekleştirilen faaliyetler bakımından kişisel verilerin korunması amacıyla geliştiriciler, üreticiler, servis sağlayıcılar ve karar alıcılar için üst düzey önerileri ortaya koyduğu "Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler" çalışması ön plana çıkmaktadır.[327] İlgili çalışma Nisan 2025'te güncellenmiş olup[328] detayları işbu Araştırma Raporunun YZ'nin hukuki çerçevesinin açıklandığı bölümünde incelenmektedir.

YZ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler çalışmasının dışında Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından Deepfake Bilgi Notu[329] ve Sohbet Robotları (ChatGPT örneği) Hakkında Bilgi Notu[330] yayımlanmıştır. Deepfake içerikleri; YZ teknolojileri aracılığıyla bireylerin yüz, hareket ve seslerinin gerçeğe uygun olacak şekilde taklit edilmek veya değiştirilmek suretleriyle fotoğraflarının, videolarının veya seslerinin kullanılması sonucunda oluşturulmaktadır. Bu noktada; söz konusu içeriklerin oluşturulması ve yayılması süreçlerinde gerçek kişilerin kişisel verilerinin korunması bakımından teşkil ettiği riskler hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi ve kullanıcı farkındalığının artırılması bakımından önemli bir çalışma olarak değerlendirilmektedir.

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, düzenlediği Çarşamba seminerlerinde de YZ

---

[327] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Üretici Yapay Zekâ Çağında Yapay Zekâyı Yeniden Düşünmek, KVKK Bülten, Temmuz 2023 Sayı:1.

[328] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler, Nisan 2025, https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/7048/Yapay-Zeka-Alaninda-Kisisel-Verilerin-Korunmasina-Dair-Tavsiyeler

[329] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Deepfake Bilgi Notu, https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5383/Diger-Dokumanlar?&page=1

[330] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Sohbet Robotları Hakkında Bilgi Notu https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5383/Diger-Dokumanlar?&page=1

alanındaki gelişmeleri ele almış olup[331] Mart 2025'te yayımladığı "Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış" adlı çalışma ile de YZ konusunda yapılan akademik çalışmalara katkı sunması hedeflenen kapsamlı bir kaynak ortaya koymuştur.[332] Söz konusu çalışma; "Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesine Giriş", "Yapay Zekâ ve Hukuk: Etik İlkeler, Hukuki Çerçeve ve Sorumluluk", "Yapay Zekâ Sistemlerinde Kişisel Verilerin İşlenmesi", "Yapay Zekânın Sektörel Uygulamaları" ile "Yapay Zekâda Yönetişim ve Metodoloji" olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır.

1.12.2 Akıllı Üretim Sistemleri Odağında Yapay Zekâ Teknolojileri için Stratejik Başlangıç: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu Kararı

2016 yılında gerçekleşen bir diğer gelişme ise Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) tarafından Türkiye'nin uluslararası rekabet içinde yüksek teknoloji üretimi bakımından güçlendirilmesi adına akıllı üretim sistemlerine geçilmesi ve bu alanda gerekli çalışmaların yapılması yönünde alınan karar olarak gösterilebilir.[333] Yürütülmesi gereken çalışmalar içinde; uygun bir yürütme, uygulama ve izleme modelinin geliştirilmesi, kritik ve öncü teknolojilerde uzmanlık oluşturulmasını sağlayan Ar-Ge çalışmalarının artırılması ve bu teknolojilerin yerli firmalar tarafından üretilmesini sağlayacak altyapılar için gerekli teşvik ve destek mekanizmalarının gözden geçirilerek ve geliştirilmesi için gerekli adımların atılması hususlarına yer verilmiştir.

BTYK kararı içinde anılan kritik ve öncü teknolojiler; siber fiziksel sistemler, yapay zekâ/sensör/robot teknolojileri, nesnelerin interneti, büyük veri, siber güvenlik, bulut bilişim teknolojileri ile örneklendirilmiştir. Dolayısıyla, söz konusu karar salt YZ odağında bütüncül bir politika içermemekle birlikte, YZ dâhil olmak üzere günümüz yıkıcı teknolojilerinin sanayideki varlığının güçlendirilmesine yönelik bir sektör-spesifik adım olarak değerlendirilmektedir.

İlgili BTYK kararında anılan kritik ve öncü teknolojilere ilişkin imalat sektöründe gerçekleştirilecek faaliyetler bakımından ise STB (2016 yılındaki adı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı) ile TÜBİTAK görevlendirilmiştir. Kararın gerekçesinde ise günümüze yönelik öngörüler sunan çalışmalara değinilmiştir.

---

[331] Kişisel Verileri Koruma Kurumu Çarşamba Seminerleri, Yapay Zekâ Çağında Kişisel Verilerin Korunması https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5355/Carsamba-Seminerleri-Yapay-Zeka-Caginda-Kisisel-Verilerin Korunmasi

[332] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf

[333] Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması [2016/101], BTYK 29. Toplantısı https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_101.pdf

Akıllı üretim sistemlerinin en büyük getirilerinin ise, üretimin müşteri nezdinde kişiselleştirilmesi, kalite artışı, yerelleşme, inovasyon hızının artması ve kaynak tasarrufu olarak gösterilmiştir. Bu doğrultuda, geliştirilmesinin ve standardizasyon protokollerinin oluşturulmasının ciddi bir ihtiyaç olduğu tanımlanan bahse konu kritik ve öncü teknolojilerin ülke ekonomisi bakımından rekabette büyük avantaja dönüşeceği ve dolayısıyla da sanayideki dönüşümün akıllı üretim sistemleri ile birlikte sağlanması adına gerekli çalışmaların bütüncül şekilde hayata geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu kararın ardından ise görevlendirilen kurumlar tarafından Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası hazırlanmış olup Aralık 2016 tarihinde kamuoyu ile paylaşılmıştır.[334]

1.12.3 Onuncu Kalkınma Planı Çerçevesinde 2018 Yılı Programı: Yapay Zekânın İmalat Sektöründeki Önemi

Kronolojik olarak incelendiğinde, YZ teknolojilerinin ülke politikasında ilk aşamada imalat sektöründeki etkisi ile yer bulduğu görülmekte olup Kalkınma Bakanlığı tarafından Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) kapsamında yayımlanan 2018 Yılı Programı da YZ teknolojilerine bu açıdan yaklaşmıştır.[335] Söz konusu 2018 Yılı Programında "yapay zekâ, robotik teknolojiler, akıllı üretim sistemleri, 3D yazıcılar, nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim" alanlarına değinilerek bu alanların getirdiği dördüncü sanayi devrimi çerçevesinde birçok alandaki iş yapım anlayışında yapısal dönüşümler yaşandığına dikkat çekilmiştir. Bu doğrultuda, söz konusu teknolojilerin gücünden daha verimli şekilde yararlanılması adına mevcut esnek üretim yapısının muhafaza edilmesi ve daha fazla geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Söz konusu ihtiyaca binaen, sanayinin dijital dönüşümü yol haritasının tamamlanması yönünde tedbir belirlenmiş ve bu tedbir kapsamında katmanlı üretim, robotik, nesnelerin interneti, büyük veri, YZ, artırılmış gerçeklik benzeri teknolojilerin etkin kullanımına ve bunların yerli üretimine yönelik mekanizmaların oluşturulmasının sağlanması kararlaştırılmıştır.

1.12.4 Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekâ Ekseninde Bir İdari Yapılanma: Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi

YZ teknolojilerinin imalat sektörü gibi belirli alanlar çerçevesinde ele alındığı

---

[334] TÜBİTAK, Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, 27 Aralık 2016, https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf

[335] Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/2018_Yili_Programi.pdf

yaklaşımdan YZ teknolojileri ve büyük veri alanındaki çalışmalara hız kazandırmak adına; sektör-spesifik yaklaşımdan çıkılarak doğrudan bu teknolojiyi odağa alan bir vizyon ile 2018 yılında Türkiye'de büyük veri ve YZ alanında geniş yetkilerle donatılan bir kurum kurulmuştur. Büyük veri ve YZ alanları başta olmak üzere dijital dönüşüm yolculuğunda ülke vizyonunun ve stratejisinin belirlenmesine öncülük etmek ve kurumlar arası koordinasyonu sağlamak üzere, 30474 sayılı ve 10/7/2018 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (1 Sayılı CBK) kapsamında (mülga) CBDDO kurulmuş, (mülga) CBDDO Başkanı ise "Kamu Dijital Dönüşüm Lideri" olarak belirlenmiştir.[336] Böylelikle, idari yapılanmada meydana gelen bu gelişme ile birlikte; Türkiye'nin YZ yolculuğundaki en temel adımlardan biri atılmış ve YZ alanındaki ileriye yönelik hedeflerin belirlenmesi ve uygulanması konusundaki çalışmaların organize şekilde tek bir çatı altında yürütülmesi sağlanmıştır.

(Mülga) CBDDO'nun görevleri genel anlamda incelendiğinde; Dijital Türkiye (e-Devlet) hizmetlerinin sunumu, kamunun dijital dönüşümü, dijital dönüşüm ekosisteminin oluşturulması ve YZ uygulamalarına öncülük ederek koordinasyonu sağlamadan büyük veri ve gelişmiş analiz çözümlerinin etkin kullanımı ile yerli ve milli dijital teknolojilerin kamuda kullanımının artırılması yoluyla geliştirilmesine kadar uzandığı görülmektedir. Bu bağlamda; (mülga) CBDDO'nun YZ ve dijital dönüşüm alanına yönelik başlıca görevleri aşağıda detaylı şekilde belirtilmektedir:

- Kamuda büyük veri ve YZ uygulamalarının etkin olarak kullanımını sağlamaya yönelik Cumhurbaşkanınca belirlenen politikalar kapsamında strateji geliştirmek ve koordinasyonu sağlamak,
- Kamuda büyük veri teknolojilerinin geliştirilmesi kapsamında gerekli proje ve faaliyetleri desteklemek,
- Öncelikli proje alanlarında YZ uygulamalarına öncülük etmek,
- Büyük veri analitiği, güvenliği ve mahremiyeti çalışmalarını yürütmek,
- Kamuda veriye dayalı etkin karar alma süreçlerini oluşturmak amacıyla kamu veri sözlüğü hazırlık çalışmalarını koordine etmek,
- Dijital dönüşüm alanında milli teknolojilerin ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesine ve kullanılmasına yönelik strateji geliştirmek ve koordinasyonu sağlamak,
- Dünyadaki teknolojik ve yapısal değişimi takip ederek ülkemizde dijital dönüşüm

[336] 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi Mülga m. 527/A

alanındaki reform çalışmalarına katkı sağlamak,

- Teknoloji yol haritalarını oluşturmak ve kurumlar arası koordinasyonu sağlamak,
- Ulusal düzeyde açık veri konusunda strateji geliştirmek ve koordinasyonu sağlamak
- Dijital dönüşüm alanında ihtiyaç duyulan düzenlemeler veya ulusal mevzuatın uluslararası düzenlemelere uyumlaştırılması kapsamındaki mevzuat çalışmalarının koordinasyonunu sağlamak.[337]

1.12.4.1 Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi Tarafından Yürütülen Çalışmalar

10 Temmuz 2018 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile kurulan (mülga) CBDDO[338], 28 Mart 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 183 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi[339] ile kapatılmıştır. Bu kapsamda 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile (mülga) CBDDO'ya tevdi edilen görevler arasında yer alan "Kamunun dijital dönüşümüne ve kamuda YZ uygulamalarına öncülük etmek, Dijital Türkiye (e-devlet) hizmetlerinin sunumuna aracılık etmek, bu alanlarda kurumlar arası iş birliğini artırmak ve koordinasyonu sağlamak" görevleri, 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin[340] 4 üncü maddesine eklenmek suretiyle yeni kurulan Siber Güvenlik Başkanlığına (SGB) devredilmiştir. SGB'nin görev ve yetkilerine dair açıklamalar raporun ilgili yerlerinde ayrıca incelenmiştir. Bu minvalde Raporda CBDDO tarafından yürütülmüş olan çalışmalar anlatılırken ilgili kurum "(mülga) CBDDO" olarak ifade edilmektedir.

(Mülga) CBDDO; YZ alanında Türkiye'nin ilk ulusal strateji belgesi olma niteliğini haiz UYZS'yi STB ile iş birliğinde ve ilgili tüm paydaşların etkin katılımıyla hazırlamıştır. On Birinci Kalkınma Planı ile Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programları doğrultusunda hem Dijital Türkiye vizyonu hem de Milli Teknoloji Hamlesi ile uyumlu olarak hazırlanan[341] UYZS ile birlikte Türkiye, YZ stratejisini yayımlayan ülkeler arasında yerini almıştır. Bu noktada, (mülga) CBDDO ile STB Türkiye'nin YZ alanındaki hedeflerini ve iddiasının ortaya konulmasında etkili rol oynamıştır.

---

[337] 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi Mülga m. 527/B
[338] 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi. https://cbddo.gov.tr/mevzuat/1-nolu-cbk/ (Erişim Tarihi: 30.06.2025).
[339] 183 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/03/20250328-11.pdf (Erişim Tarihi: 30.06.2025).
[340] 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/19.5.177.pdf (Erişim Tarihi: 30.06.2025).
[341] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025 https://cbddo.gov.tr/uyzs

Devamla, UYZS 2021-2025 dönemi Eylem Planı, YZ alanında uluslararası düzeyde özellikle üretken YZ teknolojileri bağlamında meydana gelen gelişmeler ve ülke ihtiyaçları göz önünde bulundurularak 2024-2025 Eylem Planı olarak güncellenmiştir. UYZS ve Eylem Planına ilişkin detaylar işbu raporun ilgili başlığında detaylı olarak açıklanmaktadır.

(Mülga) CBDDO; kuruluş tarihinden kapatıldığı tarihe kadar bilgi ve iletişim güvenliği alanındaki çalışmaları, açık kaynak kodlu yazılıma geçiş konusundaki atılımları, kamu veri alanı pilot projesi hazırlıkları, UYZS'nin hazırlanması ve uygulanması, YZ konusundaki uluslararası düzeyde bağlayıcı ilk hukuki enstrüman niteliğinde olan Avrupa Konseyi Çerçeve Yapay Zekâ Sözleşmesi'nin hazırlığı ve müzakere süreçlerinin Türkiye adına yürütülmesi, Birleşmiş Milletler (BM), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ile Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (NATO) başta olmak üzere küresel düzeydeki yürütülen YZ politika çalışmalarına katkı verilmesi başta olmak üzere YZ, siber güvenlik ve veri yönetişimi konularında pek çok stratejik proje, ulusal ve uluslararası politika ve düzenleme çalışmasına öncülük etmiştir. Bu kapsamda öne çıkan çalışmalar aşağıda detaylı şekilde açıklanmaktadır:

1.12.4.2 Ulusal ve Uluslararası Politika ve Rapor Çalışmaları

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi: Bölüm 1.7.2'de detayları verilen 2021-2025 UYZS Eylem Planı, On İkinci Kalkınma Planı[342] doğrultusunda YZ alanında son dönemde yaşanan gelişmeler ve ülke ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak 2024-2025 Eylem Planı olarak güncellenmiştir. Önceki eylem planından alınan 40 eylem, revize edilen 12 eylem ve yeni eklenen 19 eylem ile UYZS 2024-2025 Eylem Planı'nın ilk sürümünde toplam 71 eylem yer almakta olup[343] başta yapılan mezkûr güncellemeler de dahil olmak üzere UYZS bağlamında yürütülen tüm çalışmalar takip eden başlıklar altında açıklanmaktadır.

Ulusal Veri Stratejisi (UVS): Ulusal Veri Stratejisi; veri yönetişimi ve yönetimi, verinin paylaşılması, kullanılması, korunması ve mahremiyeti gibi konularda kapsamlı politikaları belirlemeyi ve ilgili eylem planlarını geliştirmeyi amaçlamaktadır.

[342] On İkinci Kalkınma Planı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[343] Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı. https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)[344] ve Orta Vadeli Program (2024-2027)[345] kapsamında belirlenen politika ve tedbirler doğrultusunda; (mülga) CBDDO sorumluluğunda Ulusal Veri Stratejisi hazırlık çalışmaları yürütülmüştür. UVS'nin altı eksen etrafında oluşturulması planlanmıştır:

- Etkin Veri Paylaşımı ve Kullanımı
- Veri Kalitesi, Veri İşleme Altyapıları ve Birlikte Çalışabilirlik
- Veri Güvenliği ve Mahremiyeti
- Veri Uzmanlığı ve Farkındalığı
- Veri Piyasalarında Rekabet ve Etkinlik
- Veri Yönetişimine İlişkin Kurumsal Yapılanma

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Program - UNDP) ile Türkiye Veri Yönetişimi Çalışması: Ülkemizin ulusal düzeyde gerçekleştireceği veri odaklı dijital dönüşümünü destekleyecek Ulusal Veri Stratejisi çalışmaları kapsamında (mülga) CBDDO ve UNDP iş birliği ile hazırlanan "Türkiye için Veri Yönetişim Çerçevesi Tavsiye Raporu" 1 Nisan 2024 tarihinde yayımlanmıştır.[346, 347]

Türkiye'de veri erişimini, kullanımını ve paylaşımını tanımlayacak olan bir yönetişim çerçevesi oluşturulmasına ilişkin olarak 2023 Nisan ayında başlatılan proje, strateji çalışmalarına altyapı oluşturulması amacıyla atılan ilk adım olmuştur.

Çalışma sürecinde UNDP tarafından iyi uygulama örnekleri bağlamında ülke incelemeleri gerçekleştirilmiş ve BM, OECD, AB, Dünya Bankası, ASEAN gibi uluslararası organizasyonlar da bu incelemeye dâhil edilmiştir. Ülkemiz ihtiyaçlarını belirlemek adına kamu kurum ve kuruluşları ile 31, STK'lar ile 5, özel sektör ile 4 ve üniversiteler ile 3 defa olmak üzere toplamda 43 adet çevrim içi istişare toplantısı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılar neticesinde öneriler 5 ana eksen etrafında şekillenmiştir:

1. Politikalar, mevzuat ve düzenlemeler,
2. Kurumlar, mekanizmalar ve süreçler,
3. İnsanlar,

[344] On İkinci Kalkınma Planı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[345] Orta Vadeli Program. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2024/09/Orta-Vadeli-Program_2025-2027.pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[346] Veri Yönetişimi Çerçevesi - Türkiye için Tavsiye Raporu, 1 Nisan 2024. https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/veri-yonetisimi-cercevesi-turkiye-icin-tavsiye-raporu (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[347] Building People-centric and Responsible Data Governance in Türkiye. https://www.undp.org/digital/blog/building-people-centric-and-responsible-data-governance-turkiye. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

4. Teknoloji ve altyapı,

5. Ortaklıklar.

Birleşmiş Milletler 78. Genel Kurulu'na Sunulan Yapay Zekâ Karar Tasarıları: (mülga) CBDDO, Dışişleri Bakanlığı ve STB iş birliği ile BM Genel Kurulu nezdinde ülkelerin sunduğu YZ eksenli karar tasarıları yakından takip edilmiş ve ilgili karar tasarılarına kapsamlı görüş sunulmuştur. ABD tarafından BM 78. Genel Kurulu'na sunulmak üzere hazırlanan "Seizing the Opportunities of Safe, Secure, and Trustworthy Artificial Intelligence Systems for Sustainable Development"[348] başlıklı karar tasarısına ilişkin bütün ara okumalara görüş sunulmuştur. Bahse konu karar tasarısı 11 Mart 2024 tarihinde kabul edilmiş olup ABD'nin ülkemizi eş-sunucu olarak davet etmesine ilişkin olumlu geri bildirim alınmıştır. Son aşamada ise Çin Halk Cumhuriyeti tarafından BM 78. Genel Kurulu'na sunulmak üzere teknoloji alanındaki dijital uçurumun kapatılmasına yönelik "Enhancing International Cooperation on Capacity-building of Artificial Intelligence" başlıklı kapasite inşasına odaklanan bir YZ karar tasarısı üzerinde çalışmalar yürütülmüştür.

UNESCO Yapay Zekâ Etiği Tavsiye Kararı: UNESCO'nun Yapay Zekâ Etiği Tavsiye Kararı[349], 23 Kasım 2021'de UNESCO'nun 41. Genel Konferansında kabul edilmiş olup 194 üye ülkenin tamamı için geçerlidir. Tavsiye Kararı, YZ sistemlerinin verileri ve bilgileri akıllı davranışa benzer yöntemlerle işleme kapasitesine sahip olduklarını kabul etmektedir. İlgili Tavsiye Kararı ile ilişkili olarak; 3 Şubat 2022 tarihinde ve 5-19 Ekim 2022 tarihlerinde düzenlenen toplantılarında UNESCO'nun Yapay Zekâ Etiği Tavsiye Kararının Uygulanmasına ilişkin karar tasarısı ve Kararın uygulanmasıyla bağlantılı faaliyetlerin ve çıktıların listesi oluşturularak ilgili maddelere görüş hazırlanmıştır.

Tavsiyenin etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak amacıyla UNESCO tarafından geliştirilmekte olan "Hazırlık Değerlendirme Metodolojisi" ve "Etik Etki Değerlendirme" araçlarının üye ülkelerdeki durumu mümkün olan en iyi şekilde yansıtması ve ihtiyaçlara cevap verebilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Üye Devletlerdeki uzman yetkililerden görüş toplamak üzere UNESCO Uzmanlar Grubu tarafından hazırlanan ankete katılım sunulmuştur.

Son olarak, Slovenya'da 5-6 Şubat 2024 tarihlerinde düzenlenen UNESCO İkinci

[348] Birleşmiş Milletler Dijital Kütüphanesi. https://digitallibrary.un.org/record/4040897?v=pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

[349] UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

Yapay Zekâ Etiği Küresel Forumu'na[350] STB ile (mülga) CBDDO fiziki katılım sağlamıştır.

İslam İşbirliği Teşkilatı Ekonomik ve Ticari İşbirliği Daimî Komitesi (İSEDAK) Kapsamında Yürütülen Çalışmalar: İSEDAK, dijital dönüşüm alanında üye ülkeler arasında iş birliğini artırmak amacıyla çeşitli programlar ve forumlar düzenlemektedir. Bu kapsamda, (mülga) CBDDO tarafından Sekreterya görevi yürütülen İSEDAK Yüksek Düzeyli Dijital Dönüşüm Forumu önemli bir inisiyatif olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu forum, İslam İşbirliği Teşkilatı (İİT) üyesi ülkeler arasında dijitalleşme alanında deneyim ve bilgi paylaşımını teşvik etmeyi amaçlayan bir platformdur. Forum, teknik iş birliklerini güçlendirmek, ortak projeler geliştirmek ve dijital kapasiteyi artırmak için bir zemin sunmaktadır.

27 Kasım 2022 tarihinde "Yüksek Düzeyli Dijital İşbirliği Girişimi" adı altında İSEDAK üyesi ülkelerin dijital dönüşüm ve veri yönetimi alanındaki üst düzey yetkili ve temsilcilerinin bir araya geldiği toplantıda; dijital devlet, siber güvenlik, dijital bağlanabilirlik, dijital beceriler, gelişen teknolojiler, veri ve dijital ekonomi alanlarında gerek kamu gerekse özel sektörün buluştuğu somut iş birliklerinin geliştirilmesi konusunda mutabık kalınmıştır.[351]

Ek olarak, İSEDAK Proje Finansmanı kapsamında (mülga) CBDDO tarafından, İSEDAK Yüksek Düzeyli Dijital Dönüşüm Forumuna odak bildiren ülkelerin kamu personeline yönelik YZ alanında kapasite geliştirmeye yönelik eğitimleri içeren (mülga) CBDDO projesi (AI Training Programme for Capacity Building of Public Employees) kabul edilmiştir.

Küresel YZ Ortaklığı (Global Partnership on AI - GPAI) :Türkiye 22 Kasım 2022'de Tokyo'da düzenlenen GPAI Bakanlar Konseyi Toplantısı'nda GPAI'ye üye ülke olarak kabul edilmiş olup[352] (mülga) CBDDO tarafından Ülkemizin GPAI üyeliği yenilenmiştir.

---

[350] UNESCO. Promoting Ethical Principles for Artificial Intelligence 2nd Global Forum. https://www.unesco.org/en/articles/promoting-ethical-principles-artificial-intelligence-2nd-global-forum?hub=99488 (Erişim Tarihi: 26.06.2025).

[351] İSEDAK 38. Bakanlar Toplantısı Açılış Töreni'nde Dijital Teknolojiler Konuşuldu. https://cbddo.gov.tr/haberler/6538/isedak-38-bakanlar-toplantisi-acilis-toreni-nde-dijital-teknolojiler-konusuldu. (Erişim Tarihi: 26.06.2025).

[352] GPAI 2022 Ministers' Declaration. https://www.gpai.ai/events/tokyo-2022/ministerial-declaration/. (Erişim Tarihi: 26.06.2025).

1.12.4.3 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD) Bünyesinde Yürütülen Çalışmalar

Dijital Politikalar Komitesi (Digital Policies Committee - DPC): OECD DPC 85 inci Toplantısının 2 Aralık 2021 tarihinde gerçekleştirilen ikinci oturumunda, OECD Yapay Zekâ Uzmanlar Ağı'nda (OECD Network of Experts on AI - ONE AI) faaliyet gösteren ulusal YZ politikaları gayri resmî danışma grubunun Komiteye bağlı bir Çalışma Grubu haline getirilmesi kabul edilmiştir. Gerçekleştirilen toplam 8 çalışma grubu toplantısına aktif katılım sağlanmıştır. Bu kapsamda gerçekleştirilen ve öne çıkan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

- (Mülga) CBDDO tarafından OECD DPC Yapay Zekâ Yönetişimi Çalışma Grubu (AIGO)'nda Büro Üyeliği temsili sağlanmıştır.
- (Mülga) CBDDO tarafından mutat aralıklarla çalışma grubu toplantılarında Ulusal Yapay Zekâ Stratejileri ve Politikaları başlığında ülkemiz tarafından yapılan çalışmalar ve ilerlemeler konusunda bilgilendirme ve sunum gerçekleştirilmiştir.
- OECD 2019 YZ ilkelerinde yer alan "yapay zekâ sistemi" tanımında olası güncellemelere ilişkin oluşturulan çalışma grubuna dâhil olunmuş ve müzakerelerde aktif rol üstlenilmiştir.
- OECD 2019 yılında kabul edilen YZ ilkelerinin güncellenmesi çalışmalarında da gerçekleştirilen tüm toplantılara katılım sağlanarak Ülkemizin görüşleri hem yazılı hem de sözlü olarak toplantılarda dile getirilmiştir. 2019 yılında kabul edilen söz konusu OECD YZ Tavsiye Kararı[353], 3 Mayıs 2024 tarihinde değiştirilerek OECD Bakanlar Konseyi toplantısında resmî olarak kabul edilmiş olup Ülkemiz de tavsiye kararı benimseyen ülkeler arasında yer almıştır.

Diğer yandan, OECD AIGO tarafından görüşe sunulan dokümanlardan görüş verilen konular aşağıda listelenmiştir:

- YZ olay tanımının geliştirilmesi için durum değerlendirmesi,
- YZ risk yönetiminde birlikte çalışabilirliği teşvik etmek için ortak kılavuzlar – YZ'nin karşılaştırılması için risk yönetimi çerçeveleri,
- Taslak genişletilmiş taslak "YZ, veri ve gizlilik: OECD'de sinerjiler ve uluslararası iş birliği alanları üzerine ön değerlendirmeler",
- YZ'de Sorumlu İş Davranışı için ilgili aktörlerin, konuların ve terminolojinin taslak

[353] Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449. (Erişim Tarihi: 26.06.2025).

haritalandırılması ve birleştirilmesi,

- Dijital Ekonomiye Bakış 2023/24 Taslağı Bölüm 2: YZ'nin geleceği.
- OECD DPC altında kurulmuş olan Veri Yönetişimi ve Mahremiyet Çalışma Grubu (WPDGP)'nun "Özel Sektör Kuruluşlarının Elindeki Kişisel Verilere Devletin Erişimine İlişkin Deklarasyon"[354] ve "Mahremiyet Artırıcı Teknolojiler[355] ve Veri Etiği" konularında yürütmekte olduğu çalışmalara (mülga) CBDDO tarafından YZ ile ilişkili alanları da kapsayacak seviyede aktif katkı sunulmuştur.
- YZ Endeksi (AI Index)[356] ve YZ, Veri ve Mahremiyet (AI, Data, and Privacy) alt çalışma grupları ve görev güçleri çalışmaları da takip edilerek aktif katkı sağlanmıştır.

OECD Açık Devlet Verisi Anketi: Ulusal çapta yürütülen açık devlet verisi çalışmalarının yanı sıra, açık devlet verisi konusundaki uluslararası gelişmeler de takip edilmiş ve OECD başta olmak üzere farklı uluslararası örgütlerin konu ile ilgili toplantılarına ve çalışmalarına ülkemizi temsilen katılım sağlanmıştır. Bu çerçevede, 2015 yılında OECD tarafından kısıtlı sayıda ülkenin katılımı ile pilot olarak başlatılan ve 2017, 2019 ve 2023 yıllarında güncellenen OECD OURdata Endeksine[357] (Open, Useful and Re-usable Data Index / OECD Açık, Yararlı ve Yeniden Kullanılabilir Veri Endeksi) kanıt temeli sağlayan OECD Açık Devlet Verisi Anketi 6.0, 2025 yılında dördüncü kez ülkelerin katılımına sunulmuş olup söz konusu ankete katkı sunulmuştur.

Yapay Zekâ Alanında G7 2023 Japonya Dönem Başkanlığı Hiroshima Çıktılarının OECD Aracılığıyla Küreselleştirilmesi Süreci: Japonya, G7 Hiroshima Süreci kapsamındaki YZ çıktılarına destek almak amacıyla OECD Ministerial Council Meeting[358] bünyesinde 2 Mayıs 2024 tarihinde "Towards Safe, Secure and Trustworthy AI: Promoting Inclusive AI Governance"[359] konulu bir yan etkinlik düzenlemiştir. Yan etkinlik öncesi, Japonya Büyükelçiliği tarafından (mülga) CBDDO Hiroshima Yapay Zekâ Sürecine[360] ilişkin

[354] Declaration on Government Access to Personal Data Held by Private Sector Entities. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0487 (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[355] Privacy enhancing technologies. https://www.oecd.org/en/topics/privacy-enhancing-technologies.html (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[356] AI Index. https://oecd.ai/en/site/ai-index (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[357] 2023 OECD Open, Useful and Re-usable data (OURdata) Index. https://www.oecd.org/en/publications/2023-oecd-open-useful-and-re-usable-data-ourdata-index_a37f51c3-en.html (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[358] OECD Meeting of the Council at Ministerial Level 2024. https://www.oecd-events.org/meeting-of-the-council-at-ministerial-level-2024 (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[359] OECD Ministerial Council Meeting Side Event "Towards Safe, Secure and Trustworthy AI: Promoting Inclusive AI Governance". https://www.mofa.go.jp/files/100666759.pdf (Erişim Tarihi: 26.06.2025).
[360] Government of Japan. Hiroshima AI Process. https://www.japan.go.jp/kizuna/2024/02/hiroshima_ai_process.html (Erişim Tarihi: 30.06.2025).

ikili görüşme talebi iletilmiş ve söz konusu görüşme öncesinde Dışişleri Bakanlığı şifahen bilgilendirilmiştir. Bahse konu ikili görüşme, (mülga) CBDDO yerleşkesinde 22 Mart 2024 tarihinde gerçekleştirilmiş olup görüşme sırasında YZ konusundaki yönetişim yapılarına, stratejilere, politikalara ve projelere dair görüş alışverişinde bulunulmuştur.

Hiroşima Süreci İleri YZ Sistemi Geliştiren Kurumlar için Uluslararası Davranış Kuralları, ileri düzey YZ sistemlerinin geliştirilmesinde risk temelli yaklaşım çerçevesinde rehberlik sunmaktadır. Doküman, OECD YZ İlkeleri doğrultusunda hazırlanmış olup teknolojinin faydalarını artırırken risklerini dengelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Türkiye adına (mülga) CBDDO ve STB, söz konusu çıktıların daha fazla ülke tarafından benimsenmesini teminen "Hiroshima Yapay Zekâ Süreci Dostlar Grubu"na katılmaya da davet edilmiştir. Sürecin Dışişleri Bakanlığı tarafından da olumlu değerlendirilmesi neticesinde Ülkemize de destek sunan ülkeler arasında web sitesinde yer verilmiştir.[361] Ayrıca Hiroshima Yapay Zekâ Süreci Dostlar Grubuna katılan ülkeler ile OECD çatısı altında YZ alanında ortak projelerin gerçekleştirilmesi öngörülmüştür.

1.12.4.4 NATO- Veri ve YZ Gözden Geçirme Kurulu (Data and AI Review Board - DARB)

DARB[362], NATO müttefikleri için bir forum ve NATO'nun YZ'nin sorumlu bir şekilde geliştirilmesi ve kullanılmasını yönetme çabaları için bir odak noktası olarak hizmet vermekte ve verilerin kilit bir kolaylaştırıcı olarak hizmet ettiği Sorumlu Kullanım İlkelerinin (Principles of Reponsible Use - PRUs)[363] operasyonel hale getirilmesine yardımcı olmaktadır. (Mülga) CBDDO, NATO DARB çalışmaları kapsamında odak noktası sıfatıyla ulusal eşgüdüm ve koordinasyon faaliyetlerini yürütmüştür.

Geçmiş dönemde; NATO Sorumlu Yapay Zekâ Değerlendirmesi ve Araç Kiti, NATO Sorumlu Yapay Zekâ Standardı Çerçeve Taslağı ve Müttefikler için Üretken YZ Fırsatları konulu araştırma raporu tamamlanmış yeni NATO Yapay Zekâ Stratejisi için görüşler toplanmıştır.

Gelecek dönemde ise; NATO Sorumlu Yapay Zekâ Değerlendirmesi ve Araç Kitinin

[361] Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan. Hiroshima AI Process Supporters. https://www.soumu.go.jp/hiroshimaaiprocess/en/supporters.html (Erişim Tarihi: 30.06.2025).
[362] NATO's Data and Artificial Intelligence Review Board. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208374.htm (Erişim Tarihi: 30.06.2025).
[363] Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) strategy. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm#:~:text=Within%20the%20AI%20Strategy%2C%20Allies,Reliability%2C%20Governability%20and%20Bias%20Mitigation. (Erişim Tarihi: 30.06.2025).

pilot uygulamalarla test edilmesi, güncel bir sorumlu YZ (Guiding Responsible AI – RAI)[364] ortamı geliştirmek için sorumlu YZ için uluslararası standartların araştırılması, YZ'ye hazırlık ve operasyonel konseptler, politika ve doktrin için temel kriterlerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi, ittifak için üretken YZ ve gelişmekte olan YZ teknolojileriyle bağlantılı riskleri, güvenlik açıklarını ve hafifletmeleri kapsayan raporun oluşturulması ve kapasite geliştirmeyi desteklemek için pratik araçların araştırılması hedeflenmiştir.

Chatbot Uygulamaları ve ChatGPT Örneği Araştırma Raporu: Chatbotlar hakkında teknik bilgiler sunan ve YZ uygulamalarının belirli bir alanda somut olarak nasıl ele alındığını gösteren Chatbot Uygulamaları ve ChatGPT Örneği Raporu[365] (mülga) CBDDO tarafından 2023 yılında iki bölüm halinde yayınlanmıştır. Raporun birinci bölümü chatbot uygulamalarını ele alırken ikinci bölümünde ise bir kullanım senaryosu olarak ChatGPT ele alınmaktadır.

Rapor, YZ alanında yapılan akademik araştırmaların, makalelerin ve çevrim içi kaynakların kapsamlı incelenmesi sonucunda hazırlanmış olup Raporda; chatbot uygulamalarının tarihçesi, chatbot türleri, sınıflandırmaları, kullanım amaçları, sağladığı faydalar, chatbotların güvenlik, gizlilik ve veri koruma açısından değerlendirilmesi ve ülkemizde chatbot uygulamaları incelenmektedir.

1.12.4.5 Düzenleme Çalışmaları

Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü Uyumlaştırma Süreci: Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı kapsamında, (mülga) CBDDO ve STB YZ sistemlerinin geliştirilmesini, kullanılmasını ve YZ içeren sistemlerin piyasaya arzını düzenleyen uluslararası normlar ile uyumlu ulusal düzenlemeler yapılması bakımından sorumlu kurumlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı eşgüdümünde hazırlanan 2025-2028 Ulusal Eylem Planı hazırlıkları kapsamında yürütülen istişareler sonucunda da YZT'nin yönetmelik ve kanun şeklinde iki ayrı düzenleme olarak o dönemde henüz kapatılmamış olan (mülga) CBDDO, STB ile SGB tarafından iç hukuka dercedilmesinde mutabık kalınmıştır.[366] YZT'nin uyum sürecine ilişkin yürütülen çalışmalar Raporun hukuk bölümünde detaylı şekilde anlatılmaktadır.

---

[364] NATO's Data and Artificial Intelligence Review Board, https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208374.htm (Erişim Tarihi: 30.06.2025).

[365] Chatbot Uygulamaları ve ChatGPT Örneği Araştırma Raporu. https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/1.Aras%CC%A7t%C4%B1rmaRaporu_Chatbot%20Uygulamas%C4%B1veChatGPT.pdf (Erişim Tarihi: 20.06.2025).

[366] Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı tarafından Komisyona sunulan 02.06.2025 tarihli ve 1638867 sayılı cevabi yazı.

Avrupa Konseyi Yapay Zekâ Komitesi (CAI): Avrupa Konseyi (AK) bünyesinde ihdas edilen ve çalışmalarına (mülga) CBDDO tarafından da katkı sağlanan Yapay Zekâ Geçici Komitesi (Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence - CAHAI)[367], Avrupa Konseyi'nin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü standartlarına dayalı olarak YZ'nin geliştirilmesi, tasarlanması ve uygulanmasına yönelik yasal bir çerçevenin fizibilitesi ve olası unsurlarını çok-paydaşlı geniş istişareler temelinde incelemiştir. CAHAI çalışmalarının ulusal koordinasyon ve sekreterya görevi Mart 2021'de (mülga) CBDDO'ya tevdi edilmiş ve komitenin çalışmaları belirtilen tarihten itibaren (mülga) CBDDO'nun yanı sıra Dışişleri Bakanlığı, STB ve Adalet Bakanlığı dâhil olmak üzere ilgili kamu kurumlarının yetkili temsilcilerinin de katılımı ile (mülga) CBDDO tarafından koordine edilmiştir.

CAHAI'nin 2021 yılı sonunda çalışmalarını tamamlamasını müteakip, ardılı olarak AK bünyesinde 1 Ocak 2022 - 31 Aralık 2025 tarihleri arasında görev yapmak üzere ihdas edilen Yapay Zekâ Komitesi (Committee on Artificial Intelligence - CAI)[368] toplantıları kapsamında da (mülga) CBDDO yetkilileri tarafından Delegasyon Başkanı, Büro Üyesi ve Ulusal Koordinatör ve Sekreterya sıfatlarıyla fiziksel olarak katılım sağlayarak aktif bir müzakere süreci yürütülmüştür. Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi[369] 17 Mayıs 2024 tarihinde Strazburg'da düzenlenen 133. Oturumunda Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi tarafından kabul edilmiş ve 5 Eylül 2024 tarihinde Vilnius'ta (Litvanya) düzenlenen Adalet Bakanları Konferansı vesilesiyle imzaya açılmıştır.

Avrupa Konseyi Güvenlik, Dürüstlük ve Hukukun Üstünlüğü Direktörü Hanne Juncher, bahse konu Çerçeve Sözleşme dâhil olmak üzere, ülkemizin YZ politikalarını görüşmek üzere 5 Aralık 2024 (mülga) CBDDO'ya nezaket ziyaretinde bulunmuştur. Bahse konu ziyarette, Çerçeve Sözleşme bağlamında ülkemizin konuya ilişkin değerlendirmeleri istifsar edilmiş ve ülkemiz bir kez daha imzaya davet edilmiştir.

Bu kapsamda, Çerçeve Sözleşmenin imzalanmasına yönelik, ilgili kurum ve kuruluşların da resmî görüşüne başvurulmuş ve bu yönde olumlu görüşlerinin mütalaa edildiği bildirilmiştir. CAI bünyesinde yürütülen çalışmaların hukuki niteliğine yönelik detaylı açıklamalara işbu raporun hukuk bölümünde ayrıca yer verilmektedir.

---

[367] CAHAI - Ad hoc Committee on Artificial Intelligence. https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cahai

[368] Committee on Artificial Intelligence (CAI). https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai (Erişim Tarihi: 30.06.2025).

[369] Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law https://rm.coe.int/1680afae3c (Erişim Tarihi: 30.06.2025).

Açık Veri Mevzuatı Çalışmaları: 2020 yılında çalışmaları başlatılan Açık Veri Projesi[370], vatandaşlara ve bilim insanlarına açık devlet verilerinin ortak bir açık devlet veri portali üzerinden sunulması ve bu bağlamda veriden değer üretmeyi hedefleyen veri paylaşım projesidir. (Mülga) CBDDO tarafından yürütülen açık veri çalışmaları 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin (mülga) 527/B maddesinin birinci fıkrasının (d) bendinin yedinci alt bendinde yer alan; "kamu verisinin paylaşımına yönelik hukuki düzenleme yapılması, ulusal açık veri portalinin hayata geçirilmesi" hükmü kapsamında yürütülmüştür.

Bu kapsamda; Ülkemiz için katma değerli yeni hizmetlerin üretimine imkân sağlanması ve kamu idarelerinde şeffaflık ve hesap verebilirliğin güçlendirilmesi amacıyla "Türkiye'de Açık Devlet Verisi ve Yasal Altyapı Hazırlığı Araştırması"na 2024 yılında başlanmıştır.

Söz konusu çalışma kapsamında, açık devlet verisi ekosisteminin öncü paydaşları olan merkezi ve yerel yönetim kamu idareleri ile akademi ve sivil toplum kuruluşlarından temsilcilerin katılımıyla 7 Kasım 2024 ve 20 Şubat 2025[371] tarihlerinde Ankara'da tüm gün süren iki çalıştay düzenlenmiştir. Bu çalıştaylarda 60'dan fazla katılımcı ile açık devlet verisi açısından ülkemizdeki mevcut durum, ihtiyaçlar ve olası mekanizmalar değerlendirilmiştir. 17 Haziran 2025 tarihinde ise Türkiye'de Açık Devlet Verisi ve Yasal Altyapı Hazırlığı Araştırması kapsamında "Dünya'da ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu" gerçekleştirilmiştir.[372] Sempozyuma akademisyenler, kamu ve özel sektör, çeşitli sivil toplum kuruluşları olmak üzere 30 farklı kurumdan 65 kişi katılım göstermiştir. Açık devlet verisinin dünya genelindeki uygulamaları ve Türkiye'deki durumu üzerine görüşler paylaşılmıştır.

Proje kapsamında, Türkiye'de açık devlet verisi politikası ve mekanizmalarının geliştirilmesine yönelik olarak ve açık devlet verisine ilişkin ulusal ve uluslararası teknik, idari ve hukuki düzenlemeler göz önünde bulundurularak ilgili tarafların bu konudaki mevcut çalışmaları, görüş ve değerlendirmeleri doğrultusunda ihtiyaç analizi ile mevcut durum tespit edilmiş olup gerçekleştirilen tüm çalışmaların sonucunda Türkiye için Açık Devlet Verisi Mevzuat Taslağı oluşturulmuştur.

Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu Konulu Taslak Genelge Çalışması: Veri yerelleştirme politikalarının tasarımında, YZ teknolojilerinin veri

[370] AçıkVeri Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/acik-veri/ (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[371] Türkiye'de Açık Devlet Verisi Mevzuatı Hazırlık Çalıştayı Gerçekleştirildi. https://cbddo.gov.tr/haberler/6896/turkiye-de-acik-devlet-verisi-mevzuati-hazirlik-calistayi-gerceklestirildi (Erişim Tarihi: 19.06.2025).
[372] Dünyada ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu. https://www.setav.org/etkinlikler/dunyada-ve-turkiyede-acik-devlet-verisi-sempozyumu (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

ihtiyacı, bulut altyapıları ile entegrasyon zorunluluğu ve uluslararası iş birliklerinin önemi göz önünde bulundurularak sistematik bir risk analizi yapılması ihtiyacı doğmuştur. Bu çerçevede, veri güvenliğini sağlarken ticari faaliyetleri, yatırım ortamını ve inovasyonu destekleyecek dengeli bir mevzuat yapısının oluşturulmasına katkı sağlamak amacıyla Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK) 2024 Yılı Eylem Planının[373] 8 numaralı "Veri Aktarımına İlişkin Ulusal Politikaların Ticareti Destekleyici Çerçeveye Dönüştürülmesi" 8 numaralı eylemi (mülga) CBDDO'ya tevdi edilmiştir. Söz konusu eylemin nihai hedefi olan "Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu"nun kurulmasına yönelik çalışmalar (mülga) CBDDO tarafından yürütülmüştür. Çalışmalar kapsamında veri yerelleştirmesi hükümleri uygulayan kamu kurumları, bu uygulamalardan etkilenen sivil toplum kuruluşları ve özel sektör ile toplantılar yapılmış, mevcut durum ortaya konulmuş ve sorunları bertaraf etmek için öneri raporu oluşturulmuştur. Akabinde Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu konulu taslak genelge ilgili paydaşların görüşleri doğrultusunda revize edilerek hazırlanmıştır.

Takip eden süreçte, (mülga) CBDDO tarafından "Risk Değerlendirme Komisyonu Genelge Taslağı" hazırlanmıştır. Ancak, (mülga) CBDDO'nun kapatılması sonrası ilgili süreç STB'ye devredilmiştir.

2023/13 sayılı Kamuda Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kullanımı Konulu Genelge (AKKY): Açık YZ (Open AI) alanındaki gelişmelerin önemli bir bölümü, dünya genelinde araştırmacılar, yazılımcılar ve kamu/özel sektör paydaşlarının birlikte geliştirdiği açık kaynaklı projelere dayanmaktadır. Bu projeler, sadece maliyet avantajı değil; aynı zamanda şeffaflık, denetlenebilirlik ve güvenlik açısından da stratejik üstünlükler sunmaktadır.

Kamunun açık YZ alanında da söz sahibi olabilmesi ve yerli çözümler geliştirebilmesi için açık kaynak ekosistemiyle entegre bir dijital dönüşüm yaklaşımı benimsemesi kritik önemdedir. Bu çerçevede, açık kaynak kodlu YZ çözümlerinin kamu bilişim altyapısına entegre edilmesi hem dijital bağımsızlık hem de yenilikçi kamu hizmetleri sunumu açısından önemli fırsatlar barındırmaktadır. Bu kapsamda, (mülga) CBDDO tarafından hazırlanan ve 29 Temmuz 2023 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Kamuda Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kullanımı" konulu Cumhurbaşkanlığı Genelgesi'nin bu potansiyelden

[373] Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK) 2024 Yılı Eylem Planı. https://www.yoikk.gov.tr/upload/EylemPlanlari/2023EP/YOI%CC%87KK_2024_Eylem_Plan%C4%B1_WEB.pdf. (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

mümkün olduğunca faydalanılmasının önünü açacağı değerlendirilmektedir.[374]

1.12.4.6 Projeler ve Diğer Çalışmalar

(Mülga) CBDDO tarafından yürütülen Kamu Veri Alanı, Türk Beyin Projesi, Kamu YZ Ekosistemi Proje Çağrısı, Kamuda YZ Dönüşümü Projesi, Sayısal Göz Mamografi Projesi ve Sayısal Göz Karaciğer projeleri işbu raporun 1.8.5 başlığı altında detaylı şekilde açıklanmış olduğundan burada tekrar yer verilmemiştir.

Veri Yönetişimi Çalışma Grubu: UYZS doğrultusunda YZ ekosistemi için idari ve teknik bir yönetişim mekanizması oluşturulmuştur. 2022 yılının Nisan ayında UYZS Yönlendirme Kurulunun ikinci toplantısında kurulan "Veri Yönetişimi Çalışma Grubu"nun koordinatörlüğü (mülga) CBDDO tarafından yürütülmüştür. UYZS kapsamında "3. Kaliteli Veriye ve Teknik Altyapıya Erişim İmkânlarını Genişletmek" stratejik önceliği altında tanımlanan; "Amaç 3.2 YZ ve ileri analitik araştırmalarında kullanılacak verilerin güvenli şekilde paylaşımına yönelik bir veri yönetişim mekanizması kurulacaktır." stratejik amacı altında yer alan;

"T.1. Kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör, üniversiteler ve araştırma merkezleri arasında güvenli ve kesintisiz veri paylaşımını kolaylaştıracak; kurumların bu bağlamdaki yetki ve sorumluluklarını belirleyecek düzenlemeler yapılacaktır." ve

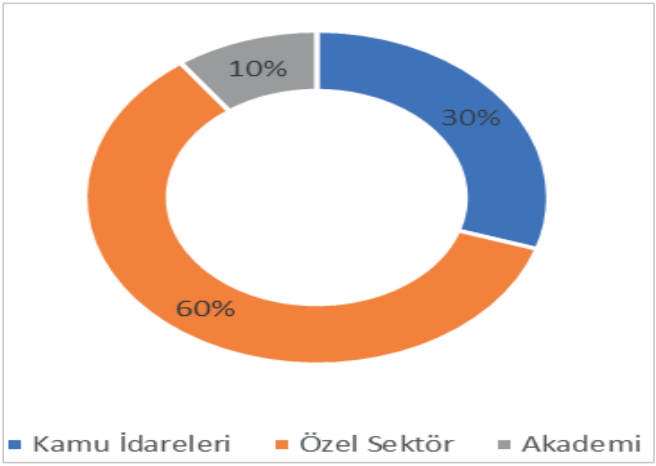
"T.2. Tüm işlevsel operasyonlara yön verecek veri yönetişim rehberleri yayınlanacaktır."

tedbirlerine istinaden taslak olarak hazırlanan "İleri Analitik ve Yapay Zekâ Veri Yönetişimi Mevcut Durum ve İhtiyaç Değerlendirmesi" raporu için ve UNDP Türkiye Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu'na yönelik Veri Yönetişimi Çalışma Grubu üyelerinden görüş ve katkılar alınmıştır.

Veri Yönetişimi Çalışma Grubu'nda kamu sektöründen, özel sektörden ve akademiden olmak üzere toplamda 2023 yılında 24 temsilci bulunurken 2024'de 38 temsilci yer almıştır. 2025 yılında ise toplam temsilci sayısı 40'a ulaşmıştır. UYZS Veri Yönetişimi Çalışma Grubu Üye Dağılımı Şekil 21'de verilmiştir.

[374] Genelge 2023/13: Kamuda Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kullanımı. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/07/20230729-34.pdf (Erişim Tarihi: 19.06.2025).

Şekil 18. UYZS Veri Yönetişimi Çalışma Grubu Üye Dağılımı



Yapay Zekâ İçin Veri Sağlayıcı Olarak Kamu Sektörünün Rolü-Oxford Insight / CEIMIA: CEIMIA (International Center of Expertise in Montreal on Artificial Intelligence) ve Oxford Insights iş birliği ile; (mülga) CBDDO koordinasyonunda TÜİK, KVKK ve STB paydaşlığında Temmuz-Ekim 2024 tarihlerinde yürütülen proje ile kamu sektörünün YZ inovasyonu ve veri paylaşımına hazırlığı değerlendirilmiştir.

Kamu sektörünün YZ inovasyonu için veri sağlayıcı rolünü güçlendirmek, sorumlu ve etkili veri paylaşımı için bir yol haritası oluşturmak ve pilot uygulama ile iyi örnekler geliştirmek hedefleriyle gerçekleştirilen proje aşağıda aşamalardan oluşmaktadır:

- Durum Değerlendirmesi: Kamu veri paylaşım ekosisteminin analizi,
- Sektör ve Kullanım Örneği Seçimi: En uygun veri paylaşım senaryolarının belirlenmesi,
- Yönetişim ve Yönetim Tasarımı: Etkili veri paylaşım modellerinin oluşturulması.

"Yapay Zekâ İçin Veri Sağlayıcı Olarak Kamu Sektörünün Rolü"[375] başlıklı rapor Sırbistan'ın Belgrad şehrinde düzenlenen 2024 GPAI Zirvesi'nde yayınlanmış olup projenin ana çıktıları ise şunlardır:

- Kamu kurumları için veri paylaşımı kontrol listesi,
- Sorumlu ve etkin veri paylaşımı için politika çerçevesi,

[375] The Role of Government as a Provider of Data for Artificial Intelligence Phase 2: A practical tool for government data sharing for AI, Kasım 2024. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2024/12/07-The-Role-of-Government-as-a-Provider-of-Data-for-Artificial-Intelligence-practical-tool-for-government-data-sharing-for-AI.pdf (Erişim Tarihi: 21.06.2025).

- KVA Projesine entegrasyon,
- Uluslararası iş birlikleriyle kamu sektörü veri paylaşım kapasitesinin artırılması.

YZ Değer ve İlkeleri Etki Analizi Çerçevesi Oluşturulması Projesi: UYZS 2024-2025 Eylem Planının 4.5 numaralı "YZ Değer ve İlkeler Etki Analiz Çerçevesi oluşturulacaktır" eylemi kapsamında,[376] (mülga) CBDDO sorumluluğunda çalışmaları yürütülmüş olan proje ile yapay zekâ sistemlerinin tasarım, geliştirme, uygulama ve kullanım aşamalarında oluşturduğu etik, sosyal, ekonomik, çevresel ve teknik etkileri sistematik olarak değerlendiren bir yapının sunulması öngörülmüştür.

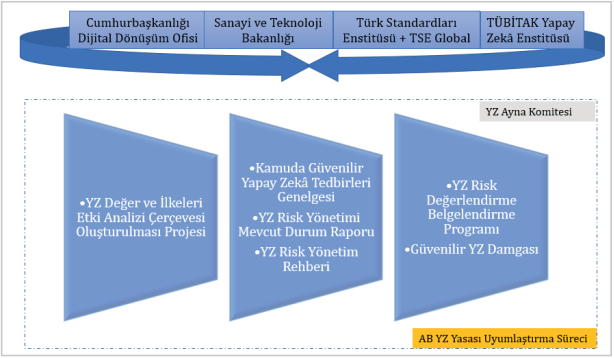
Oluşturulması planlanmış Etki Analiz Çerçevesi ile;

- YZ sistemlerinin bireyler, topluluklar ve çevre üzerindeki potansiyel risklerinin ve fırsatlarının değerlendirilmesi,
- YZ uygulamalarının etkilerini izlemek, ölçmek ve raporlamak için şeffaf ve hesap verebilir mekanizmalar oluşturulması,
- YZ etki değerlendirme süreçlerini desteklemek için ulusal ve uluslararası düzeyde politika önerilerinin geliştirilmesi,
- Toplumun farklı kesimlerini temsil eden paydaşları sürece dahil ederek etkili ve kapsayıcı çözümler üretilmesi,
- Kamu ve özel sektör kurumlarının YZ etkilerini değerlendirme konusundaki kapasitelerini artırmak için araçlar, rehberler ve eğitimler geliştirilmesi

hususları ile UYZS kapsamında sorumlu olunan eyleme ilişkin, beklenen çıktı sağlanarak, Türkiye'nin küresel anlamda Etki Analiz çalışmalarını gerçekleştiren ülkeler arasında yer alması hedeflenmiştir. Güvenilir ve Sorumlu YZ Ekosistemi bileşenleri Şekil 19'da verilmiştir.

[376] Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı. https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

Şekil 19. Güvenilir ve Sorumlu Yapay Zekâ Ekosistemi



Çerçevenin, "Güvenilir ve Sorumlu Yapay Zekâ Ekosisteminin" oluşturulmasını desteklemek üzere bütüncül bir yaklaşımla, UYZS Eylem Planında yer alan eylemlerle koordinasyon ve etkileşim içinde çalışacak bir şekilde tasarlanması hedeflenmiştir. Çerçevenin temel oluşturacağı bu çalışmalar:

- Güvenilir YZ'nin denetimi için gereken araçların geliştirilmesi (Eylem 4.6),
- YZ yaşam döngüsündeki işlevsel operasyonları kapsayan "Algoritmik hesap verebilirlik" ile ilgili denetim rehberlerinin hazırlanması, uygulama temelli teknik denetimlerin yapılması amacıyla gerekli mekanizmaların geliştirilmesi (Eylem 4.7),
- YZ ürünlerinin risk odaklı değerlendirilmesine imkân tanıyan "YZ Risk Yönetimi Sistemi Belgelendirme Programı"nın hayata geçirilmesi (Eylem 6.2),
- YZ uygulamaları denetim ve yasal uyumu için belgelendirme mekanizması doğrultusunda "Güvenilir Yapay Zekâ Damgası"nın oluşturulması (Eylem 6.3)

şeklinde kurgulanmıştır. Çerçeve Oluşturma Projesinin ilk çıktısı, (mülga) CBDDO koordinasyonunda hazırlanmış olan YZ Risk Değerlendirme Belgelendirme Programı olmuştur.

Dijital Genç Yapay Zekâ Ekosistemi: (Mülga) CBDDO tarafından Ocak 2024'te hayata geçirilen Dijital Genç Yapay Zekâ Ekosistemi,[377] üniversitelerdeki yapay zekâ ile ilgili öğrenci kulüplerinin tek bir çatı altında toplandığı, bu alandaki potansiyel nitelikli iş gücünün uygulamaya dayalı eğitimler, yarışmalar ve eğitim sonrası kariyer ödülleri ile desteklenmesini hedefleyen bir projedir.

Mart 2025 itibarıyla ekosisteme 51 şehir, 111 üniversiteden 229 kulüp kayıt yaptırmış olup toplam öğrenci sayısı 61.116'dır. 2024 yılında proje kapsamında, 30 farklı ilde; 109

[377] Dijital Genç Yapay Zekâ Ekosistemi. https://cbddo.gov.tr/projeler/dijital-genc/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

toplantı, 43 söyleşi/konferans, 41 tanışma toplantısı, 24 teknik gezi, 7 aylık çevrimiçi toplantı, 3 tematik eğitim, 4 panel, 1'i uluslararası olmak üzere 3 YZ atölyesi olmak üzere toplamda 200'ün üzerinde etkinlik düzenlenmiş/katılım sağlanmıştır. Bir yılda toplam 400 saatin üzerinde makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme başta olmak üzere güncel YZ konularında tematik eğitim verilmiş olup toplamda 10.000'in üzerinde öğrenci faydalanmıştır. Her ay düzenli olarak temel YZ konularına dair çevrim içi toplantı düzenlenmiş olup bugüne kadar 8.000'in üzerinde öğrenci faydalanmıştır. Cumhurbaşkanlığı Millet Kütüphanesi bünyesindeki Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi'nde (DDYM)[378] bu yıl ilk kez açılan Yapay Zekâ Atölyesinde Dijital Genç Skoruna göre seçilen 24 dijital gence 140 saatlik teorik/uygulamalı eğitim verilmiştir.[379]

Ekosistem faaliyetleri kapsamında uluslararası genişleme faaliyetleri başlatılmış olup bunun ilk adımı olarak Türkiye – Kırgızistan Manas Üniversitesi iş birliği ile 29 Nisan-2 Mayıs tarihleri arasında düzenlenen Yapay Zekâ Atölyesi'ne[380] 10 farklı bölümden üniversite başarı durumuna göre seçilmiş 189 öğrenci katılmıştır. Atölye 16 saat teorik ve 6 saat uygulama dersi olarak yürütülmüş olup bu etkinlik ile Dijital Genç Yapay Zekâ Ekosisteminin Türki Cumhuriyetlere genişletilmesi konusunda ilk adım atılmıştır.[381]

- Türkiye'deki tüm öğrencilerin erişimine açık olan Kariyer Kapısı üzerinden 118 farklı üniversiteden 211 farklı bölümden 1.418 öğrenciye 12 saatlik Yapay Zekâ ve Girişimcilik eğitimi verilmiştir.
- Konya Belediyesi iş birliği ile Konya'daki 5 üniversiteden seçilen 35 öğrenciye makine öğrenmesi ve derin öğrenme odağında üç günlük YZ kampı düzenlenmiştir.[382]
- Turkcell Geleceği Yazan Kadınlar Programı kapsamında Turkcell ile iş birliği yapılmış olup program kapsamında öğrencilere (mülga) CBDDO Uzmanları

[378] Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi (DDYM). https://cbddo.gov.tr/projeler/ddym/ (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[379] Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi ikinci dönem eğitimlerine başladı.https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/dijital-donusum-yetenek-merkezi-ikinci-donem-egitimlerine-basladi-869707.html (Erişim Tarihi: 27.06.2025). Yerli ve milli yapay zeka ekosistemi "üniversiteli gençler" ile büyüyecek. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-yapay-zeka-ekosistemi-universiteli-gencler-ile-buyuyecek/3107820 (Erişim Tarihi: 27.06.2025). Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi öğrencileri sertifikalarını aldı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/dijital-donusum-yetenek-merkezi-ogrencileri-sertifikalarini-aldi/3328567 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[380] 2024 Yapay Zeka Atölyesi. https://manas.edu.kg/tr/engineering/electric_electronics/news/5166 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[381] Жасалма Интеллект Боюнча Семинар / KTMÜ - 2024 Yapay Zeka Atölyesi. https://www.youtube.com/watch?v=887QKpw-cIY (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[382] Konya Büyükşehir Yapay Zeka ve Siber Güvenlik Eğitimine Ev Sahipliği Yaptı. https://www.konya.bel.tr/haber/konya-buyuksehir-yapay-zeka-ve-siber-guvenlik-egitimine-ev-sahipligi-yapti (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

tarafından mentörlük sağlanmış ve güncel YZ konularında seminerler verilmiştir.[383]

Ekosistem genişletme faaliyetleri kapsamında kamu kurumları, belediyeler, özel sektör temsilcileri ve STK'ler ile iş birliği yapılmakta, fırsat eşitliği odağında düzenlenen faaliyetlerin kapsama alanı genişletilmektedir. Uzun vadede, söz konusu proje ile Türkiye'nin YZ teknolojilerinde bölgesel bir lider olması için gerekli nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

İkamet Kayıtlarında Yapay Zekâ Destekli Usulsüzlük Tespiti: İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı tarafından yürütülmekte olan görev ve faaliyetlerin usul ve esasları çerçevesinde; ilgili mevzuata uygun olarak denetlenmesi ve sürdürülebilmesi amacıyla Rehberlik ve Denetim Başkanlığının ihtiyaçları doğrultusunda belirlenen senaryolar ışığında YZ destekli bilgi teknolojileri çözümlerinin oluşturulması ve yaygınlaştırılması amacıyla iş birliği yapılmıştır. Bu kapsamda;

- İkamet izni süreçlerindeki usulsüzlüklerin tespit edilmesi kapsamında ilgili veri yapısı özellik mühendisliği metodları ile düzenlenmiş ve uygun formata getirilmiştir.
- Hazırlanan veri yapısı üzerinde anomali tespiti için uygun algoritmaların seçimi ve süreç planlaması için Faz-1 çalışmaları tamamlanmıştır.

Uydu Görüntülerinden Yapay Zekâ Destekli Tarımsal Ürün Desen Tespiti

Gerçek zamanlı ve açık kaynak uydu görüntülerini içeren Sentinel 2 verisi kullanılarak tüm Türkiye özelinde YZ ile ürün desen tespiti konsept çalışmaları başlatılmıştır. (Mülga) CBDDO ile Tarım ve Orman Bakanlığı arasında geliştirilen iş birliği çerçevesinde;

- Çiftçilerin vermiş olduğu beyanların kontrolü,
- Makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak ekili alanları tespiti ve
- Makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak ekili ürünlerin tespiti,

çalışmaları yapılmakta olup Projenin konsept geliştirme aşaması tamamlanmıştır.

Uydu Görüntülerinden Yapay Zekâ Destekli Yapı Geometrisi Tespiti

(Mülga) CBDDO, İçişleri Bakanlığı Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü iş birliği ile 2023 yılında hayata geçirilen projede, uydu görüntüleri YZ temelli üzerinden yapı ve yapılara ait geometrilerin tespiti hedeflenmektedir. Proje kapsamında, yerli ve millî çözümlerin üretilmesi için ikili iş birliği kapsamında;

- Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğünden gönderilen etiketli yapı

[383] Turkcell'den "Geleceği Yazan Kadınlar Yapay Zeka Projesi" https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turkcellden-gelecegi-yazan-kadinlar-yapay-zeka-projesi/3397470 (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

geometrisine ek olarak (mülga) CBDDO tarafından da yapı geometrisi etiketi yapılmıştır. Böylelikle etiket sayısı yaklaşık 12 katına çıkarılmıştır.

- Yapılan Ar-Ge kapsamında; YZ model eğitim süreçleri tamamlanmıştır.
- En başarılı YZ modelleri kullanılarak konsept çalışması tamamlanmıştır.

Epileptik Yapısal Bozuklukların, Beyin Tümörlerinde WHO Derecelerinin ve/veya Moleküler Alt Tiplerinin Tespiti

(Mülga) CBDDO ve Ankara Üniversitesi iş birliği ile 2022 yılında hayata geçirilen projede, Beyin MR görüntülerinden epileptik yapısal bozukluklarının YZ yardımıyla tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Deepfake Farkındalık Çalışmaları

Örnek çalışmalar ile toplumda deepfake konusunda bilincin artırılması, insanların bu tür sentetik içerikleri tespit edebilme ve gerçek ile sahteyi ayırt edebilme yeteneklerinin geliştirilmesi amacıyla kamuoyunu bilgilendirme çalışmaları yürütülmüştür.

1.12.5 2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında YZ teknolojilerinin imalat sektöründeki önemi 2018 Yıllık Programındaki haliyle paralel şekilde yinelenmiştir. Bu doğrultuda, 2018 yılında belirlenen tedbirin devamı şeklinde "Dijital Dönüşüm Yol Haritası Eylem Planında önceliklendirilen eylemlerin hayata geçirilmesine yönelik çalışmalar" yapılması yönünde yeni bir tedbir belirlenmiştir.[384] 2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında da (mülga) CBDDO'nun sorumlu olarak belirlendiği tedbirlerin çerçevesi; kamu kesiminde dijital dönüşüme yönelik sürekliliği temin edecek bir sistem ve yönetim modeli oluşturulması, e-Devlet hizmetlerinin sayısının artırılması, kamu verisinin paylaşılmasına yönelik çalışmaların hızlandırılması gibi hususlar ekseni ile sınırlı tutulmuştur.

1.12.6 On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)

On Birinci Kalkınma Planı ile birlikte YZ teknolojilerinin başlı başına bir politika olarak eklendiği görülmektedir. Sektörel politikalar çerçevesinde "Bilgi ve İletişim Teknolojileri" kapsamında YZ teknolojilerinin üretilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik ulusal politika belirlenmesi öngörülmüştür.[385] Söz konusu

[384] 2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/2019_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2025).
[385] Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), s.107. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf (Erişim Tarihi: 27.06.2025).

politikanın çerçevesi; pek çok alan ve sektöre nüfuz eden bir etkiye sahip olacak şekilde herhangi bir kapsam sınırlaması öngörülmeksizin geniş belirlenmiştir. Ek olarak, söz konusu politikanın uygulanması bakımından; YZ teknolojileri alanında yerli teknoloji üretme kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve bu teknolojilerin ekonominin genelinde etkin kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik olarak ulusal ölçekteki çalışmalar için yol haritası hazırlanması yönünde tedbir belirlenmiştir.

Bunun dışında, On Birinci Kalkınma Planı kapsamında Rekabetçi Üretim ve Verimlilik başlığı altında; kritik teknolojiler çerçevesinde Milli Teknoloji Hamlesinin gerçekleştirilmesi adına YZ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, siber güvenlik, enerji depolama, ileri malzeme, robotik, mikro/nano/opto-elektronik, biyoteknoloji, kuantum, sensör teknolojileri ve katmanlı imalat teknolojilerine ilişkin gelişim yol haritalarının hazırlanması, gerekli altyapının tesis edilmesi, ihtiyaç duyulan nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve toplumsal yönelimin bu alanlara odaklanması yönünde net politika belirlemesi yapılmıştır.[386] Ek olarak, öncelikli geliştirme alanlarından biri olan tarım sektöründe; dijitalleşme, YZ ve veriye dayalı iş modelleri ile tarımsal bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve tüm kesimlerin kullanımına açılması yönünde tedbir belirlenmiştir.[387]

Kamu hizmetlerinde e-Devlet uygulamaları kapsamında belirlenen politika ve tedbirler kapsamında ise çeşitli yeni nesil teknolojilerin arasında YZ'ye de yer verilmiştir. Bu doğrultuda; kamu hizmetlerinin iyileştirilmesinde büyük veri, bulut bilişim, mobil platformlar, nesnelerin interneti, YZ, blokzincir gibi yeni teknolojilerden faydalanılabilmesi için süreç ve teknolojik altyapı iyileştirmelerinin yapılması tedbiri belirlenmiştir.[388] Bunun dışında, YZ teknolojilerinden eğitim alanında faydalanılması da öngörülmüş ve eğitim sistemine ilişkin veri tabanlarının bütünleştirildiği eğitsel veri ambarının oluşturulmasıyla birlikte verilerin YZ teknolojileriyle işlenmesi tedbiri belirlenmiştir.[389]

On Birinci Kalkınma Planı çerçevesinde öne çıkan bir diğer başlık ise "Dijital Dönüşüm" olarak değerlendirilmektedir. Dijital dönüşümün hızlandırılması yoluyla öncelikli sektörlerde üretkenliğin ve rekabet gücünün artırılması amacı doğrultusunda; teknoloji tedarikçilerinin, endüstriyel bulut platformu üzerinde sunulabilecek YZ gibi uygulama ve hizmetlerin geliştirilmesini sağlayacak şekilde teşvik edilmesi ve dijital dönüşüme yönelik destekler aracılığıyla bulut platformu kullanımlarının özendirilmesi tedbirine yer

[386] a.g.e., s.79.
[387] a.g.e., s.88.
[388] a.g.e., s.182.
[389] a.g.e., s.128.

verilmiştir.[390]

1.12.7 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi

STB tarafından 18 Eylül 2019 tarihinde yayımlanan 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi[391] kapsamında, YZ teknolojilerine pek çok konuda vurgu yapıldığı görülmektedir. Bu bağlamda söz konusu Stratejide; YZ ve makine öğrenmesi, robotik ve otonomi, nesnelerin interneti, büyük veri ve veri analitiği, siber güvenlik, süper performanslı hesaplama, insansız hava araçları ve uzay teknolojileri gibi odak teknolojilerde; milli ve özgün ürün/hizmetler geliştirmeye yönelik yol haritalarının 2020 yılı içinde hazırlanmış olacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte; insansız ve otonom sistemler, YZ uygulamaları, akıllı silah sistemleri gibi konularda Türkiye'yi dünyada daha ileri noktaya taşıyacak stratejilerin ve yol haritalarının hazırlanacağı da ifade edilmiştir.

Stratejide ayrıca; sensörler, nesnelerin interneti, YZ, robotik, bulut bilişim gibi yıkıcı teknoloji alanlarından en az birinde dünya lideri pazar payına veya marka değerine sahip en az 23 akıllı ürün çıkarılması hedefine yer verilmiştir. İlgili hedefle paralel olarak; henüz hazır olmayan ve sıfırdan yatırımın zaman gerektirdiği YZ ve makine öğrenmesi, robotik, nesnelerin interneti gibi yıkıcı teknolojilere hızlı giriş için uluslararası şirketler ile iş birliği yapılması, gerektiğinde şirket veya teknoloji satın alma fırsatlarının değerlendirilmesi ve buna uygun desteklerin oluşturulması yönünde tedbirler de ele alınmıştır.

Son olarak 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi ile birlikte; büyük verinin YZ başta olmak üzere, ileri teknoloji ve yöntemler kullanılarak ekonomik değere dönüştürülmesi ve toplum için fayda üretmesine yönelik öncü çalışmaların yapılacağı Yapay Zekâ Enstitüsü'nün kurulacağı duyurulmuştur. TÜBİTAK bünyesinde kurulacak Enstitü'nün, YZ alanında ar-ge çalışmaları yürütürken aynı zamanda ülke ölçeğinde katma değer oluşturacak YZ projelerini de hayata geçireceği ve verinin yönetimi, korunması, yayımı gibi konularda politikaların belirlenmesi ve standartların oluşturulmasında dikkate alınacak bilgi üretmesinin hedeflendiği ifade edilmiştir.

1.12.8 Milli Teknoloji Hamlesi Doğrultusunda İdari Yapılanma Değişikliği: Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü

31099 sayılı ve 14/04/2020 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 59 sayılı

[390] 2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/2019_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf s. 76

[391] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/SanayiStratejiBelgesi2023.pdf

Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi kapsamında Milli Teknoloji Hamlesi doğrultusunda, Türkiye'nin teknolojik yetkinliğini geliştirmek amacıyla etki gücü yüksek program ve projelerin hayata geçirilmesine katkı sağlamak amaç ve göreviyle STB bünyesinde Milli Teknoloji Genel Müdürlüğü (MTGM) kurulmuştur.[392]

MTGM'nin; açık kaynak yazılım ve sistemleri ile açık veri alanlarında destek ve teşvik programları yürütme ile büyük veri ve YZ gibi konularda yetkinliklerinin artırılmasına ve bu teknolojilere dayalı akıllı sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasına yönelik tedbirleri alma yönünde görevleri haiz olduğu görülmektedir. Bunlara ek olarak MTGM; bilişim ve ileri teknoloji sektörlerinin ürünlerine ilişkin teknik düzenlemeleri uyumlaştırmak, teknik mevzuatı ve ilgili standart listelerini hazırlamak ve uygulamaya koymak, teknik düzenlemeler kapsamında yetkilendirilecek uygunluk değerlendirme kuruluşları ile teknik hizmet kuruluşlarının taşıması gereken nitelikleri belirlemekle yetkili kılınmıştır.

Bilimsel ve teknolojik araştırma, geliştirme gibi faaliyetler sonucunda ortaya çıkan ürünlerin patenti, yatırımı ve pazarlanmasında gerekli desteklerin verilmesi, bunlarla ilgili düzenlemeler yapılması ve Türkiye'nin bilimsel ve teknolojik gelişimine katkı sağlanması amacıyla ulusal ve uluslararası iş birliklerinin yürütülmesi gibi konularda da MTGM için çeşitli yetkiler tanınmıştır.

STB, (mülga) CBDDO, Google Türkiye, Girişimcilik Vakfı ve T3 Girişim Merkezi iş birliğiyle 2021 yılında başlatılan ve oyun ve mobil geliştiricileri yetiştirmek üzere eğitimler vermeyi hedefleyen Google Oyun ve Uygulama Akademisi kurulmuş olup akabinde söz konusu akademi Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi olarak yeniden yapılandırılmıştır.[393]

Son olarak, Türkçe için en ileri düzey büyük dil temel modelinin geliştirilmesi ve bu modelin birçok sektörde kullanılmak üzere sektör-spesifik olarak uyarlanmış modellerin oluşturulmasına yönelik çalışmaların yürütüldüğü ve bu amaç doğrultusunda Türkçe Büyük Dil Modeli Geliştirme Yarışmasının düzenlenmesine yönelik çalışmaların sürdürüldüğü belirtilmektedir.

25.12.2025 tarih ve 33118 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan ve 1 sayılı CBK'da değişiklik yapan 191 sayılı CBK ile MTGM'nin yapısında ve isminde değişiklik yapılarak MTGM'nin ismi Milli Teknoloji ve Yapay Zeka Genel Müdürlüğü ("MTYZGM") olarak

[392] 59 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, m.9 https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200414-15.pdf
[393] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/c03f1f3bae27/projelerimiz

değiştirilmiş[394] ve aynı Resmî Gazete'de yayımlanarak 177 sayılı CBK'da değişiklik yapan 192 sayılı CBK'daki düzenlemeler[395] ile birlikte ulusal YZ yönetişimi alanında SGB ile MTYZGM bir iş birliği dahilinde yetkilendirilmiştir. Buradaki yapısal değişikliğe ve yetkilere dair değerlendirmeler raporun hukuk bölümünde detaylandırılmaktadır.

1.12.9 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında; imalat sanayinin katma değerli üretim yapabilmesi ve yenilikçi ürün geliştirme kapasitesinin artırılması yönünde Ar-Ge ve yenilik kabiliyetinin güçlendirilmesi ve yeniliği esas alan bir yapıya kavuşturulması amacı doğrultusunda; YZ ve biyoteknolojik ilaç başta olmak üzere öncelikli teknoloji alanlarında en az altı teknoloji yol haritası hazırlanması kararlaştırılmıştır.[396] İlgili yol haritalarının hazırlanması bakımından STB sorumlu kurum, TÜBİTAK ise iş birliği yapılacak kurum olarak belirlenmiştir. Bilgi ve İletişim Teknolojileri alanında öngörülen tedbirler kapsamında YZ teknolojilerinin üretilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik ulusal politika belirleneceği ve Yapay Zekâ Teknolojileri Yol Haritasının hazırlanacağı belirtilmiştir.[397]

2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda kamu hizmetlerinde e-Devlet uygulamaları alanında alınacak tedbirler de belirlenmiştir. Bu doğrultuda; "kamunun verimliliğini, etkinliğini, şeffaflığını ve hesap verebilirliğini artırmak için e-devlet hizmetlerinin sunumunda yeni teknoloji ve yönelimlerden yararlanılması" politikası uyarınca gerçekleştirilecek faaliyetler arasında Ulusal Yapay Zekâ Strateji Belgesinin hazırlanmasına yer verilmiştir.[398] Söz konusu faaliyet bakımından (mülga) CBDDO sorumlu, STB ise iş birliği yapılacak kurum olarak belirlenmiştir.

Buna ilaveten, öncelikli sektörlerde ve alanlarda teknolojik dönüşümün sağlanabilmesi ve rekabet gücünün artırılması amacıyla gelecek dönemlerde yüksek katma değer oluşturması beklenen kritik teknoloji alanları arasında, Kalkınma Planı'nda da yer verilmiş olan; YZ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, siber güvenlik, robotik, kuantum, sensör

[394] 191 sayılı Bazı Cumhurbaşkanlığı Kararnamelerinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/12/20251225-12.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).
[395] 192 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/12/20251225-13.pdf (11.01.2026).
[396] 2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı, Tedbir 348.2, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).
[397] Tedbir 473.1
[398] 2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı (Tedbir 809.2) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).

teknolojileri gibi alanlar sayılmıştır. Bu doğrultuda, Türkiye'de Milli Teknoloji Hamlesinin gerçekleştirilmesine yönelik olarak ilgili alanlara ilişkin gelişim yol haritalarının hazırlanması, gerekli altyapının tesis edilmesi, ihtiyaç duyulan nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve toplumsal yönelimin bu alanlara odaklanmasını sağlamak adına gerekli tedbirler belirlenmiştir.[399] Devamla, ilgili kritik teknolojilerde araştırma altyapısının güçlendirilmesi adına 357.1 numaralı tedbir kapsamında *"*YZ, robotik, yüksek başarımlı hesaplama ve fotonik alanlarında uygun bulunan araştırma altyapı projeleri"nin desteklenmesi yönünde faaliyete yer verilmiştir.

On Birinci Kalkınma Planında yer alan 403 numaralı *"*Makro ve mikro düzeyde doğru ve güvenilir veri temin edilerek, tohumdan sofraya uzanan tüm zincir tam olarak kayıt altına alınacak, yıllık izleme ve değerlendirme çalışmaları kurumsal hale getirilecek, tarımsal bilgi sistemleri tamamlanarak etkin kullanımı sağlanacaktır.*"* politikanın hayata geçirilmesi adına 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında dijitalleşme, YZ ve veriye dayalı iş modelleri ile tarımsal bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve tüm kesimlerin kullanımına açılması tedbiri belirlenmiştir.

1.12.10 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında; 2020 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında hazırlanması planlanan YZ ve biyoteknolojik ilaç gibi alanlardaki teknoloji yol haritalarına atıfta bulunularak bu yol haritaları doğrultusunda çağrı planlarının güncelleneceği belirtilmiştir.[400]

Hem On Birinci Kalkınma Planında hem de 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında YZ kritik teknolojiler arasında sayılmıştır. Bu kapsamda, ilgili kritik teknolojilere yönelik politika ve eylemler doğrultusunda 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında kritik teknolojilere ilişkin hazırlanan teknoloji yol haritaları esas alınarak uygulama planlarının hazırlanacağı belirtilmiştir. Bunun dışında; 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında 357.1 numaralı tedbir kapsamında yer verilen *"*YZ zekâ, robotik, yüksek başarımlı hesaplama ve fotonik alanlarında uygun bulunan araştırma altyapı projeleri"nin desteklenmesi yönünde faaliyet, 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı çerçevesinde de tekrar belirtilmiştir.

---

[399] 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).

[400] 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı (Tedbir 348.2) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).

2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda, "Ulusal Yapay Zekâ Strateji Belgesinin yayınlanması" faaliyetine 2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'ndaki gibi aynı şekilde yer verilmiştir. Ancak söz konusu faaliyet; 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında "Kamu Hizmetlerinde e-Devlet Uygulamaları" başlığında değil "Bilgi ve İletişim Teknolojileri" başlığı altında ele alınmıştır.[401]

Son olarak, "Demokrasinin standartlarını yükseltmek için devlet-vatandaş ilişkisini güçlendirecek yeni mekanizmaların oluşturulması" politikası çerçevesinde İletişim Başkanlığı tarafından CİMER yazılımının YZ teknolojisiyle güncellenmesine yönelik çalışmaların başlatılması faaliyetine yer verilmiştir.[402]

1.12.11 TÜBİTAK Yapay Zekâ Enstitüsü

2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisinde de belirtildiği üzere; Kasım 2020'de resmî olarak TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü (YZE) kurulmuştur.[403] YZE'nin amacı; hem akademik araştırmalar ile endüstrinin ihtiyaçları arasında bir köprü görevi üstlenmek hem de ülkenin ihtiyaçlarına ve küresel eğilimlere cevap veren, öncü, kapsayıcı, sürdürülebilir çözümlerin, teknolojilerin ve ürünlerin ortaya çıkarılmasında ve uzman iş gücünün oluşturulmasında katalizör ve tamamlayıcı bir rol oynamak olarak belirtilmiştir.[404]

YZE'nin başlıca görevleri arasında aşağıdakiler yer almaktadır:

- YZ alanında rekabet öncesi iş birliği yaklaşımının oluşturulması için çalışmalar yürütmek,
- YZ girişimcilik ekosisteminin desteklenmesini sağlamak,
- YZ alanında araştırmacı insan kaynağının yetiştirilmesine yönelik çalışmalarda bulunmak,
- YZ ekosistem aktörlerinin aktif bir iş birliği modeline yönlendirilmesini sağlamak,
- Üniversite araştırma laboratuvarları/merkezleri ve kamu araştırma merkezleri/enstitülerinde oluşmuş olan YZ alanındaki bilgi birikiminin özel sektör kuruluşlarına aktarılmasını sağlayacak ortak çalışma ve geliştirme mekanizmalarını oluşturmak,
- İhtiyaç sahibi özel sektör kuruluşlarına YZ alanındaki deneyimin ve bilgi

[401] 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı (Tedbir 473.1) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf
[402] 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı (Tedbir 787.4) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf
[403] TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr/kronoloji/
[404] TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze-kurumsal/

birikiminin, teknoloji sağlayıcı özel sektör kuruluşlarınca ve Yapay Zekâ Enstitüsü aracılığıyla sürekli olarak aktarılmasının sağlamak,

- Geliştirilecek olan YZ teknolojileri ile ülkemizin ihtiyaçlarına ve küresel eğilimlere yanıt veren; öncü, kapsayıcı ve sürdürülebilir çözümler getiren ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamak,
- YZ alanında Ar-Ge'nin özendirilmesi, bu alandaki yeni gelişme ve teknolojilerin izlenmesi ve bu gelişmelerin uygulamaya aktarılması amacıyla seminer, sempozyum, kurs, konferans ve benzeri etkinlikler düzenlemek.
- YZ alanında araştırma yapan lisans ve lisansüstü öğrencilerine altyapı desteği sağlamak,
- YZ alanında çalışan ulusal ve uluslararası kurum/kuruluşlar ile iş birliği yapmak,
- Uluslararası kurum ve kuruluşların YZ alanındaki gelişmelerle ilgili yayınlarını takip etmek, görev ve faaliyet alanı ile ilgili yayınlar yapmak,
- YZ uygulamaları alanında politikaların belirlenmesinde çalışmalar yapmak,[405]

YZE kurulduğu tarihten itibaren bu görev ve sorumlulukları çerçevesinde, Bölüm 1.7'de belirtilen destek ve teşvik faaliyetleri, Türkçe Büyük Dil Modeli çalışmaları, ulusal ve uluslararası YZ strateji ve politika çalışmalarına katılım ve katkılar, kamu kurumlar YZ ihtiyaç analizi gibi faaliyetlerine devam etmektedir.

1.12.12 Siber Güvenlik, Dijital Egemenlik ve YZ Odağıyla Yeni Bir Kurumsal Yapılanma: Siber Güvenlik Başkanlığı

SGB, 08.01.2025 tarih ve 32776 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 177 sayılı CBK[406] ile kurulmuştur. Kuruluşunu takiben önce 19.03.2025 tarihli ve 32846 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 7545 sayılı Siber Güvenlik Kanunu[407] ile SGB'ye siber güvenlik alanında kapsamlı görev ve yetkiler verilmiş, daha sonra (Mülga) CBDDO'nun kapatılmasını da düzenleyen 183 sayılı CBK ile (Mülga) CBDDO'nun yetkileri SGB'ye devredilmiş ve nihayet 25.12.2025 tarih 33118 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 192 sayılı CBK ile SGB'nin ulusal YZ yönetişiminde temel yetkili kurumlardan biri olarak konumu

[405] 2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı (Tedbir 787.4) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf (Erişim Tarihi: 11.01.2026).
[406] 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=177&MevzuatTur=19&MevzuatTertip=5 (Erişim Tarihi: 11.01.2026).
[407] 7545 sayılı Siber Güvenlik Kanunu, https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7545&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 (Erişim Tarihi: 11.01.2026).

netleştirilmiştir. Bu kapsamda; 192 sayılı CBK ile birlikte ihdas edilen "Kamu Yapay Zekâ Genel Müdürlüğü" ve "Dijital Devlet Genel Müdürlüğü" başta olmak üzere, SGB; siber güvenliğin yanı sıra dijital devlet ve YZ eksenlerini de ele alan birimleri kapsayan bir kurum olarak düzenlenmiştir.

SGB'nin güncel başlıca görev ve yetkileri arasında ilgili mevzuatla verilen diğer görevleri yapmak yanında aşağıdakiler yer almaktadır:

- Siber güvenlik ve dijital devlet alanında mevzuat çalışmalarını yürütmek, ulusal stratejiler ile eylem planlarını hazırlamak ve ilgili faaliyetlerin etkin şekilde uygulanmasını koordine ve takip etmek, ulusal politikaların oluşturulmasına katkı sağlamak, ulusal mevzuatın uluslararası düzenlemelere uyumlaştırılması için ilgili kurumlarla koordinasyonu sağlamak,
- Siber güvenlik ve dijital devlet ekosistemi ile yerli ve millî ürün ve teknolojilerin geliştirilmesine ve yerli girişimcilerin dünya pazarında rekabetçi konuma gelmesine yönelik çalışmalar yapmak,
- Dijital devlet kurumsal mimarisini oluşturmak, bu kapsamda kamu kurum ve kuruluşlarının temin edeceği veya geliştireceği bilişim ürün, hizmet ve sistemlerinin idari, mali ve teknik niteliklerine ilişkin ilke, usul ve standartları belirlemek,
- Kamuda yapay zekâ uygulamalarına yönelik mevzuat çalışmalarını yürütmek, yapay zekâ alanında hazırlanacak ulusal politika, strateji ve eylem planları ile ulusal mevzuatın uluslararası düzenlemelere uyumlaştırılma çalışmalarına katkı sağlamak, ekosistem geliştirme faaliyetlerine iştirak etmek,
- Dijital devlet ve kamuda yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı bağlamındaki verinin, oluşturulmasından yok edilmesine kadar olan süreçlerin yönetilmesini kapsayan veri yönetişimine ilişkin ilke, usul ve standartları belirlemek,
- Kamuda yapay zekâ uygulamalarına öncülük etmek, buna yönelik; gereksinimleri ilgili kurumlar ile birlikte tespit etmek, ortak veri alanı altyapısını hayata geçirmek, uygulamalarda kullanılacak verilerin kalite kriter ve standartlarını belirlemek ve bunlara uygunluk vermek.

SGB'nin görev ve yetkileri, 7545 sayılı Siber Güvenlik Kanunu'nun siber güvenliği milli güvenliğin ayrılmaz parçası gören yaklaşımı ile birlikte değerlendirildiğinde SGB'nin siber güvenlik yanında dijital devlet, veri ve YZ'yi de kapsayacak şekilde farklı dijital alanlarda faaliyet göstermek üzere yapılandırıldığı anlaşılmaktadır.

1.13 ÖNERİLER

1.13.1 Ulusal Veri Stratejisi

YZ çalışmalarında en önemli bileşenlerden biri veridir. Veri, 21. yüzyılın en stratejik kaynaklarından biri olarak kabul edilmekte ve ülkelerin teknolojik rekabet gücünün belirleyicilerinden biri haline gelmektedir.[408] Ulusal bir veri stratejisinin bulunmaması; veri setlerinin parçalı, erişilemez veya düşük kaliteli kalmasına; kurumlar arası veri paylaşımında hukuki ve teknik engellerin sürmesine yol açmaktadır. AB'nin European Data Strategy[409] (2020) ve Singapur'un National Data Strategy (2021) belgeleri,[410] veri stratejisinin yalnızca dijital dönüşümün değil, ekonomik büyüme ve inovasyonun da temel taşı olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin de benzer bir ulusal strateji geliştirmesi, veri temelli YZ projelerinin ölçeklenmesini ve küresel pazarda rekabetçi ürünler geliştirilmesini mümkün kılacaktır.

Türkiye'nin sürdürülebilir bir veri ekosistemine sahip olabilmesi için hem kamu hem de özel sektörün ihtiyaçlarını kapsayan, veri üretiminden depolamaya, paylaşımından güvenli kullanımına kadar tüm süreci düzenleyen Ulusal Veri Stratejisi oluşturulmalıdır. Bu strateji, yalnızca teknik standartları değil; hukuki, etik ve yönetişim boyutlarını da içermelidir. Kamu ve özel sektör kuruluşlarında YZ çalışmalarında kullanılmak amacı ile veri yönetim birimleri ve alt birimleri oluşturulmalı, bu birimlerin oluşturacağı veri tabanları araştırmacıların ve geliştiricilerin kullanımına sunulmalıdır.

Verinin ekonomik bir değer unsuru olarak konumlandırılması, veri temelli hizmetlerin ve iş modellerinin gelişimini destekleyecek altyapı ve politikaların hayata geçirilmesi, uluslararası standartlarla (ör. ISO/IEC 38505 Veri Yönetişimi, AB Genel Veri Koruma Tüzüğü – GDPR) uyumlu, şeffaf, hesap verebilir ve güvenli veri yönetim çerçevesinin oluşturulması,

Kamu kurumlarının, sanayinin ve hizmet sektörünün dijitalleşme süreçlerini hızlandırmak için verinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak stratejik yol haritalarının hazırlanması,

Açık veri politikaları, veri pazarları ve veri paylaşım platformları ile hem kamu hem de özel sektörde veri erişilebilirliğinin artırılması,

Kişisel verilerin korunması, kritik altyapı verilerinin güvenliği ve ticari sırların

[408] OECD. (2022). Data Governance in the Public Sector: Strategy, Policy and Infrastructure. OECD Digital Government Studies.
[409] European Commission. (2020). A European Strategy for Data. Brussels: European Union Publications.
[410] Infocomm Media Development Authority (IMDA). (2021). Singapore's National Data Strategy.

korunmasına yönelik düzenlemelerin güçlendirilmesi gerekmektedir.

1.13.2 Yatırım, Finansman ve Altyapı

Gelişmekte olan ülkelerde, YZ ekosisteminin sürdürülebilir biçimde gelişebilmesi için gerekli kritik altyapıların – nitelikli insan gücü, yüksek kaliteli veri kaynakları, enerji altyapısı ve yüksek başarımlı hesaplama (HPC) sistemleri – yatırımlarının yalnızca özel sektöre bırakılması mümkün değildir. OECD (2023)[411] verileri, stratejik teknoloji alanlarında lider ülkelerin büyük çoğunluğunun kamu kaynaklarını yüksek öncelikli yatırımlar için seferber ettiğini göstermektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin kısa ve orta vadede YZ altyapısına yönelik somut ve ölçülebilir yatırım hedeflerini açıklaması ve bütçe planlamasında bu alanlara öncelik vermesi gereklidir.

YZ girişimleri ve teknoloji firmaları için geri ödemesiz hibe veya düşük faizli kredi modelleri tasarlanmalıdır. YZ girişimlerine yönelik devlet desteklerinin doğru girişimleri belirleyebilecek bir mekanizma dâhilinde ve yenilikçi genç girişimleri öncelikleyecek şekilde düzenlenmesi gereklidir. Proje büyüklüklerine uygun teşvik mekanizmalarının oluşturulması ve uygun kurumların bu kaynaklara ulaşmasının sağlanması için proje çağrılarının sınıflandırılması uygun olacaktır.

Bu mekanizmalar, Ar-Ge ve prototipleme aşamasındaki projelerin finansman risklerini azaltarak yenilikçi fikirlerin ticarileşmesini kolaylaştırır. Tarım ve hayvancılık sektörlerinde halihazırda uygulanan uzun vadeli, düşük faizli destek programları, teknoloji girişimleri için örnek teşkil edebilir. Uluslararası örneklerde, Güney Kore'nin AI Voucher Programı girişimlerin erken aşamada ölçeklenmesine önemli katkı sağlamıştır.

Türkiye'de mevcut olan ULAKBİM gibi yüksek başarımlı hesaplama ve veri altyapıları, yeni girişimciler ve KOBİ'ler için düşük maliyetli ve kolay erişilebilir hale getirilmelidir. Bu altyapıların kapasitesi artırılmalı ve kullanıcı dostu hizmet modelleri geliştirilmelidir. Ayrıca, özel sektörün Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) benzeri enerji ve fiber altyapısı hazır veri merkezi bölgeleri kurması teşvik edilmelidir. Bu yaklaşım, yüksek enerji gereksinimi olan YZ işlemcili veri merkezlerinin yatırım maliyetlerini düşürerek sektöre giriş bariyerlerini azaltacaktır.

YZ teknolojilerinin gelişimi, ileri seviye işlemci ve hızlandırıcı çiplere erişimle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, Türkiye'nin yarı iletken üretim kapasitesini artırmak için

[411] OECD. (2023). National AI Policies and Governance Structures. OECD Digital Economy Papers, No. 345.

uluslararası ortaklıklar yoluyla yabancı yatırımcı çekmesi ve teknoloji transferi anlaşmaları yapması gerekmektedir. Orta vadede, yerli üretim yetenekleri geliştirilerek stratejik bağımlılık azaltılmalı; uzun vadede ise kritik çip bileşenlerinin yerli tasarım ve üretimi hedeflenmelidir.

YZ ekosisteminin sürdürülebilir gelişimi için yarı iletken teknolojilerin yanı sıra biyolojik ileri teknolojiler alanında da stratejik yatırımların yapılması ve Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi gereklidir. Özellikle, DNA veri depolama, nöroteknolojiler ve biyomühendislik tabanlı bilgi işlem sistemleri hem veri depolama kapasitesini hem de enerji verimliliğini radikal biçimde dönüştürebilecek potansiyele sahiptir.

DNA bazlı veri depolama sistemleri, günümüzün dijital depolama teknolojilerine kıyasla çok daha yüksek yoğunlukta veri saklama imkânı sunmakta ve binlerce yıl dayanabilmektedir.[412] Bu teknoloji, büyük veri setlerinin uzun vadeli arşivlenmesinde stratejik bir çözüm olabilir.

Canlı hücrelerden veya biyomoleküler yapılardan faydalanarak hesaplama yapan sistemler, enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabilir ve belirli YZ algoritmalarını daha verimli çalıştırabilir. Özellikle sinir sistemi benzeri biyolojik mimarilerin, nöromorfik bilgi işlem alanına entegre edilmesi gelecekteki işlem gücü kapasitesini artıracaktır.

DNA veri depolama ve nöroteknolojiler için özel proje çağrıları açılması, moleküler biyoloji, genetik mühendislik ve bilgisayar mühendisliğinin kesişim alanında ortak araştırma merkezleri kurulması, Türkiye'de biyoteknoloji tabanlı veri depolama ve işleme prototiplerinin geliştirileceği altyapıların oluşturulması, uluslararası iş birliklerinin sağlanması ve Türkiye'nin bu alanda erken pozisyon alması, yalnızca teknoloji ithalatını azaltmakla kalmayacak; aynı zamanda küresel pazarda yüksek katma değerli ürün ihracatına imkân sağlayacaktır.

1.13.3 İnsan Kaynağı ve Beceri Dönüşümü

YZ ekosisteminin sürdürülebilir gelişimi, yalnızca teknoloji altyapısına değil, aynı zamanda nitelikli insan kaynağına dayanmaktadır. Türkiye'nin rekabetçi bir YZ kapasitesi oluşturabilmesi için, hem mevcut iş gücünün yeniden yetkinleştirilmesi hem de yeni nesillerin geleceğin becerileri ile donatılması zorunludur. Bu amaçla;

Mevcut çalışanlar için sektör bazlı, İŞKUR koordinasyonunda yeniden beceri kazandırma programları hayata geçirilmelidir. Bu programlar, YZ tabanlı üretim süreçleri, veri analizi, otomasyon yönetimi, siber güvenlik ve etik YZ uygulamaları gibi alanlarda

[412] Organick, L., et al. (2018). Random access in large-scale DNA data storage. Nature Biotechnology, 36(3), 242–248.

mesleki yeterlilikleri artırmayı hedeflemelidir.

Kamu personeli, öğretmenler, öğrenciler ve genel toplum için yaygın YZ farkındalık ve okuryazarlık eğitimleri düzenlenmelidir. OECD (2022) verilerine göre, erken YZ okuryazarlığı kazandıran ülkelerde inovasyon kapasitesi ve girişimcilik oranları belirgin şekilde artmaktadır.

Kamu kurumları, üniversiteler ve özel sektör arasında ortak Ar-Ge projeleri yürütülmeli; bu projeler farklı sektörlere uyarlanabilir ve tekrar kullanılabilir çözüm setleri üretmeyi hedeflemelidir.

YZ ve yüksek teknoloji sektörleri, klasik lise müfredatının ötesinde ileri teknik bilgi ve uygulama becerileri gerektirmektedir. Zorunlu eğitimin esnekleştirilmesi, bireylerin yetenek ve ilgi alanlarına göre erken yönlendirilmesini sağlar. Erken uzmanlaşma, hem istihdam piyasasında nitelikli insan kaynağını artırır hem de Türkiye'nin teknoloji üretim kapasitesini güçlendirir.

YZ çağında dünya, tüm alanlarda köklü bir dönüşüm geçirirken, eğitim sistemlerinin de bu değişime ayak uydurması kaçınılmaz hale gelmiştir. Türkiye'de halen uygulanmakta olan 4+4+4 şeklindeki zorunlu eğitim sistemi; ilkokul, ortaokul ve lise olmak üzere üç aşamada, dörder yıl olarak yürütülmektedir.

Bu sistemin son basamağı olan lise dönemi, öğrencilerin kariyer yönelimi ve mesleki gelişimi açısından kritik bir süreçtir. Bu nedenle lise eğitiminin, YZ ve dijital teknolojilerin gereklerine uyum sağlayacak şekilde yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Öğrencilerin bu dönemde; mesleki ve teknik eğitim programlarına, yüksek teknoloji odaklı sertifika kurslarına ya da erken üniversite giriş programlarına yönlendirilmesi, erken yaşta uzmanlaşmayı teşvik edecektir. Böylece YZ, robotik, biyoteknoloji ve veri bilimi gibi geleceğin meslek alanlarında nitelikli iş gücü daha hızlı bir şekilde yetiştirilebilir. Finlandiya, Almanya ve Güney Kore gibi ülkelerde uygulanan esnek lise müfredatları ve mesleki eğitim odaklı modeller, bu yaklaşımın başarılı örnekleri arasında yer almaktadır. (UNESCO, 2021)[413]

1.13.4 Uluslararası İşbirlikleri ve Diplomasi

AB ve Küresel Programlara Katılım: ELSA gibi katılım payı gerektiren programlarda, üniversite ve araştırma kurumlarının maliyetleri devlet desteğiyle karşılanmalıdır.

Bölgesel Liderlik: Türkçe odaklı açık modeller ve tam-yığın (bulut + model + uygulama + eğitim) YZ ihracat paketleri ile Türk Devletleri Teşkilatı bölgesinde teknoloji

[413] UNESCO. (2021). Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education.

liderliği hedeflenmelidir.

1.13.5 Güvenilirlik, Etik ve Güvenlik

YZ teknolojilerinin toplum yararına, güvenilir ve sorumlu biçimde geliştirilmesi, yalnızca teknik performans kriterlerine değil; aynı zamanda güvenlik, etik ve hukuki standartlara uyuma da bağlıdır. Bu nedenle, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca güvenilirlik denetimleri yapılmalı, ulusal güvenlik öncelikleri gözetilmeli ve toplumsal riskler minimize edilmelidir.

Güvenilirlik denetimleri, kamu güveni ve kullanıcı kabulü için kritik önemdedir. Ulusal güvenlik testleri, stratejik altyapıların dış tehditlere karşı korunmasını sağlar. Derin sahte ve biyogüvenlik önlemleri hem bilgi ekosistemini hem de halk sağlığını korur. Görev odaklı yaklaşım, YZ'nin yalnızca "zararı önleyen" değil, aynı zamanda "değer yaratan" bir teknoloji olarak konumlanmasına imkân tanır.

Geliştirilen YZ ürünleri, güvenlik, gizlilik, şeffaflık ve hesap verebilirlik kriterlerine baştan itibaren uyumlu olacak şekilde tasarlanmalı ve bağımsız denetim süreçlerinden geçirilmelidir. Model geliştirme sürecinde veri kaynağı, eğitim metodolojisi, test senaryoları ve karar mekanizmaları açık şekilde belgelenmelidir.

YZ modelleri, özellikle kritik altyapılar (enerji, ulaşım, finans, sağlık, savunma) üzerinde kullanılmadan önce, ulusal güvenlik riskleri açısından test edilmelidir. Bu testler; saldırı tespit yetenekleri, siber güvenlik açıkları, kötüye kullanım senaryoları ve dış manipülasyonlara karşı direnç gibi parametreleri kapsamalıdır. ABD'deki NIST Yapay Zekâ Risk Yönetim Çerçevesi (NIST AI Risk Management Framework) ve NATO'nun YZ güvenlik protokolleri, bu konuda iyi uygulama örnekleridir.

Deepfake içerikler için adli bilişim standartları oluşturulmalı; sahte içerik tespit algoritmaları kamu kurumları, medya kuruluşları ve yargı organları tarafından etkin şekilde kullanılmalıdır.

Biyogüvenlik kapsamında, tehlikeli biyolojik materyallerin üretilmesini önlemek amacıyla DNA sentez şirketleri için zorunlu nükleik asit dizilim tarama ve müşteri doğrulama prosedürleri uygulanmalıdır.

YZ politikalarının yalnızca risk yönetimi odaklı değil, aynı zamanda görev odaklı olarak tasarlanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, teknolojinin etik, güvenli ve sürdürülebilir şekilde yaygınlaştırılmasını, toplum yararına inovasyonun teşvik edilmesini ve kamu hizmetlerinde verimliliğin artırılmasını hedefler.

İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂNIN KAZANIMLARI

YZ teknolojileri, ekonomik büyümeden toplumsal refaha, bilimsel ilerlemeden çevresel sürdürülebilirliğe ve stratejik kapasite artışına kadar çok boyutlu katkılar sunmaktadır. Bu katkılar günümüzde; üretim ve hizmetlerde verimliliğin artırılması, sağlık ve eğitim başta olmak üzere kamu hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması, bilimsel araştırmaların hız ve kapsamının genişletilmesi, enerji verimliliği ile doğal kaynak yönetiminde yenilikçi çözümler sunulması ve ulusal güvenlikten diplomasiye kadar kritik stratejik alanlarda yeni imkânlar yaratılması şeklinde kendini göstermektedir. Bu bölümde, YZ'nin sağladığı kazanımlar beş ana eksen altında incelenecektir:

- Ekonomik kazanımlar: verimlilik artışı, yeni iş alanları ve kamu ekonomisine katkılar.
- Sosyal kazanımlar: sağlık, eğitim, kamu hizmetleri, yaşam kalitesi, kültürel üretim ve tarım alanındaki dönüşümler.
- Bilimsel ve teknolojik kazanımlar: araştırma süreçlerinde hız, veri işleme kapasitesi, multidisipliner çalışmalar ve dijital egemenlik.
- Çevresel kazanımlar: enerji verimliliği, biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir üretim-tüketim modelleri.
- Stratejik kazanımlar: güvenlik, diplomasi, kriz yönetimi ve stratejik karar alma süreçlerinde analitik destek.

Görüldüğü üzere YZ, bugünün sorunlarına çözüm üretmenin ötesinde, geleceğin paradigmalarını şekillendiren temel bir dinamik olarak öne çıkmaktadır. Bu bölümde ele alınan kazanımlara ilişkin somut politika önerileri, ilgili alt başlıkların sonunda sunulmaktadır. Raporun beşinci bölümünde ise bu öneriler, yapay zekânın yalnızca bir teknoloji değil, aynı zamanda ekonomik dinamizm ve kurumsal kapasite inşası aracı olarak değerlendirilmesini mümkün kılacak şekilde bütüncül bir perspektifle yeniden ele alınmaktadır.

Bu kapsamlı dönüşümün ilk ve en somut yansımalarının görüldüğü ekonomik alandaki kazanımlar, bu bölümün ilk inceleme konusunu oluşturmaktadır.

2.1 EKONOMİK KAZANIMLAR

2.1.1 Sektörel Dönüşüm ve Verimlilik Artışı

YZ ekonomik faaliyetin her sektöründe verimlilik artışları ve dönüşüm potansiyeli yaratmaktadır. Hem küresel ölçekte hem de Türkiye özelinde, YZ uygulamaları imalat, hizmet, tarım, enerji ve sağlık gibi ana sektörlerin işleyişini yeniden şekillendirmekte; çıktı miktarını, kaliteyi ve hızını artırırken maliyetleri azaltmaktadır. Sektör bazında elde edilen bu kazanımlar birikimli olarak makroekonomik büyümeyi hızlandırmakta ve uluslararası rekabetçiliğe olumlu yansımaktadır. Ayrıca şirketlerin veri odaklı stratejilere yönelmesiyle daha isabetli kararlar alınmakta, kaynaklar etkin kullanılmakta ve operasyonel mükemmelliğe yaklaşılmaktadır. Bu alt bölümde, YZ'nin farklı sektörlerde sağladığı dönüşüm ve verimlilik kazanımları hem güncel veriler hem de analizler ışığında ele alınmaktadır.

2.1.1.1 Makroekonomik Etki Analizi

YZ'nin makroekonomik düzeyde yaratacağı etki, son yıllarda birçok araştırmanın odağındadır. Güncel projeksiyonlar, YZ'nin önümüzdeki on yıl içinde küresel ekonomiye çok büyük bir katkı yapacağını ortaya koymaktadır. IDC tarafından yapılan bir çalışmaya göre, 2030 yılında YZ kullanımının dünya ekonomisine doğrudan ve dolaylı etkileri toplamda 19,9 trilyon ABD doları düzeyinde olabilir. Bu, küresel gayrisafi hasılanın yaklaşık %3,5'ine denk gelen bir katkıdır.[414] Benzer şekilde, Oliver Wyman Forum'un 2024 raporu, özellikle üretken YZ atılımıyla birlikte 2030 yılına kadar yaklaşık 20 trilyon dolarlık bir ekonomik değer yaratılabileceğini ve bunun mevcut küresel Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)'nin %20'sine tekabül ettiğini öngörmektedir.[415] Bu öngörüler, YZ teknolojilerinin verimlilik artışı, yeni ürün/hizmet geliştirme ve iş yapış biçimlerini değiştirme yoluyla küresel büyümeye ivme kazandıracağı beklentisine dayanmaktadır.

Bu makroekonomik kazanımların önemli bir bileşeni, YZ kaynaklı toplam faktör verimliliği artışları ve buna bağlı olarak potansiyel büyüme oranlarının yükselmesidir. Goldman Sachs tarafından yapılan bir analiz, son dönemdeki üretken YZ gelişmelerinin önümüzdeki 10 yıl içinde küresel üretkenlik artışına yıllık 1,5 puan civarında ekstra katkı yapabileceğini ve küresel GSYİH'yi kümülatif olarak %7 oranında (yaklaşık 7 trilyon dolar)

---

[414] Mearian, L. (2024). AI to create better products and services, add $19.9T to global economy - IDC. Computerworld. https://www.computerworld.com/article/3526481/ai-to-create-better-products-and-services-add-19-9t-to-global-economy-idc.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[415] ÇETAM. (2024). Yapay Zekâ Çağında İş Gücünün Büyük Dönüşümü: Oliver Wyman Forum'un 2024 Raporu Ne Anlatıyor? ÇETAM. https://cetam.ikcu.edu.tr/Haber/17956/yapay-zeka-caginda-is-gucunun-buyuk-donusumu-oliver-wyman-forumun-2024-raporu-ne-anlatiyor (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

artırabileceğini belirtmektedir[416]. Bu etki; YZ'nin özellikle bilgi işlem, dil işleme ve otomasyon alanlarındaki sıçramalarının, ekonomide geniş çapta uygulama bulacağı varsayımına dayanmaktadır. Her ne kadar yöntem ve varsayımlar farklılık gösterse de YZ'nin 2030 yılına kadar dünya ekonomisinde yıllık büyüme oranlarını belirgin şekilde yukarı çekeceği düşünülmektedir.

YZ, makroekonomik düzeyde sadece büyüme oranlarını değil, aynı zamanda ekonomik yapı ve istihdam kompozisyonunu da etkilemektedir. Teknolojik işsizliğe dair kaygılar olmakla birlikte, güncel araştırmalar yeni teknolojilerin uzun vadede net istihdam artışına yol açabileceğini göstermektedir. Örneğin, Goldman Sachs'ın analizi üretken YZ'nin mevcut işlerin önemli bir kısmının görev bileşimini değiştireceğini ancak aynı zamanda yeni meslekler ve sektörler doğurarak işgücü piyasasında dengeleyici bir rol oynayacağını vurgulamaktadır.[3] Bu kapsamda, YZ'nin makroekonomik etkisi, verimlilik temelli büyüme katkısının yanı sıra, iş gücü dönüşümü ve yeni değer zincirlerinin oluşması üzerinden de hissedilecektir.

Türkiye ekonomisi açısından da YZ kaynaklı makroekonomik kazanımlar üzerinde durulmaktadır. Türkiye'nin 2021-2025 Ulusal YZ Stratejisi'nde, YZ alanının GSYİH katkısının 2025 itibarıyla %5'e çıkarılması hedefi konulmuştur.[417] Bu iddialı hedef, YZ uygulamalarının ülke ekonomisine on milyarlarca dolarlık ilave değer katabileceği beklentisine dayanmaktadır. Nitekim bir güncel analiz, sadece üretken YZ teknolojilerinin önümüzdeki on yıl içinde Türkiye'nin yıllık GSYİH'sine %5 civarında ekstra artış sağlayabileceğini tahmin etmektedir ki bu, 2023 yılı fiyatlarıyla 50-60 milyar ABD doları mertebesinde bir yıllık değer artışı anlamına gelmektedir.[418] Dolayısıyla, gerek küresel gerek ulusal ölçekte, YZ'nin makroekonomik etkisi büyük kazanımlar vaat etmekte; bu kazanımların gerçekleşmesi ise teknolojinin yaygın adaptasyonu, beceri dönüşümü ve uygun politik çerçevelerin varlığına bağlı olacaktır.

2.1.1.2 İmalat Sektöründe Verimlilik Dönüşümü

İmalat sanayinde YZ uygulamaları, Endüstri 4.0 dönüşümünün de çekirdeğinde yer

[416] Goldman Sachs. (2023). Generative AI Could Raise Global GDP by 7 Percent. Goldman Sachs. https://www.goldmansachs.com/insights/articles/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[417] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[418] Implement Consulting Group. (2024). YZ'nin Türkiye'deki Ekonomik Potansiyeli Raporu. https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/%C3%9Cretken-yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99deki-ekonomik-potansiyeli/Yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99-deki-ekonomik-potansiyeli.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

alarak ciddi verimlilik sıçramaları sağlamaktadır. YZ destekli otomasyon, robotik, makine öğrenmesi tabanlı tahmin sistemleri ve kalite kontrol uygulamaları sayesinde üretim süreçleri daha öngörülebilir, esnek ve verimli hale gelmektedir. Örneğin, imalat işletmeleri YZ temelli öngörücü bakım sistemlerini devreye alarak makine arıza sürelerini önemli ölçüde düşürebilmektedir. PwC tarafından aktarılan bir analize göre, YZ destekli öngörücü bakım uygulamaları bakım maliyetlerini %30'a varan oranlarda azaltırken, plansız duruş sürelerini yaklaşık %45 mertebesinde düşürebilmektedir.[419] Bu sayede, üretim hatlarının çalışma süresi artmakta ve atıl kapasite en aza indirilmektedir. Nitekim dünya genelindeki öncü imalatçılar, bu teknolojiler sayesinde hem operasyonel maliyetleri düşürmekte hem de üretim hacmini aynı kaynaklarla artırabilmektedir.

YZ, imalat sanayinde iş gücü verimliliğini ve genel faktör verimliliğini de yükseltmektedir. Accenture tarafından yapılan bir projeksiyon, YZ kullanımının imalat sektöründe 2035 yılına kadar verimliliği %40 veya daha fazla artırabileceğini öngörmüştür.[420] Bu artışın, robotik otomasyonun rutin işleri devralması, makine öğrenmesi algoritmalarının süreç optimizasyonu yapması ve insan operatörlerin karar destek sistemleriyle daha karmaşık görevlere odaklanabilmesi sayesinde gerçekleşmesi beklenmektektedir. Örneğin, bilgisayarlı görü (computer vision) tabanlı kalite kontrol sistemleri, üretim hattında hatalı ürün oranını azaltarak hem israfı hem de yeniden işlem maliyetlerini düşürmektedir. YZ ayrıca talep tahmini ve envanter yönetiminde de kullanılarak stok seviyelerinin optimize edilmesine katkı sağlar; bu da üretim planlamasının daha etkin yapılmasını mümkün kılmaktadır.

Türkiye imalat sektörü de YZ'den yararlanma yönünde adımlar atmaktadır. Özellikle otomotiv, beyaz eşya ve tekstil gibi rekabetçi sektörlerde, üretim hatlarının dijitalleşmesi ve akıllı otomasyon sistemlerine yatırım eğilimi gözlenmektedir. Ancak mevcut durumda Türk sanayisinde YZ uygulamalarının yaygınlığı büyük şirketlerle sınırlı olup KOBİ düzeyinde henüz düşüktür. İstanbul Kalkınma Ajansı'nın 2025 yılında yayınladığı "Yapay Zekâ Teknolojileri" başlıklı çalışmada, Türkiye'de büyük ölçekli şirketlerin sadece %19'unun YZ

[419] PwC. (2023). Using AI to fast-track manufacturing operations. https://www.pwc.in/research-and-insights-hub/immersive-outlook-5/using-artificial-intelligence-to-fast-track-manufacturing-operations.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[420] Accenture. (2016). Artificial Intelligence Poised to Double Annual Economic Growth Rate in 12 Developed Economies and Boost Labor Productivity by up to 40 Percent by 2035, According to New Research by Accenture. https://newsroom.accenture.com/news/2016/artificial-intelligence-poised-to-double-annual-economic-growth-rate-in-12-developed-economies-and-boost-labor-productivity-by-up-to-40-percent-by-2035-according-to-new-research-by-accenture (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

uygulamalarını benimsediği, KOBİ'lerde ise bu oranın %5'te kaldığı belirtilmektedir.[421] Bununla birlikte, organize sanayi bölgelerinde kurulan dijital dönüşüm merkezleri, devlet destekli Ar-Ge projeleri ve özel sektör girişimleri sayesinde imalat sanayinde YZ kullanımının hızla artması beklenmektedir. Orta vadede, üretim süreçlerine entegre edilecek YZ çözümleriyle Türkiye imalat sanayiinde önemli verimlilik kazanımları ve maliyet avantajları elde edilebilir; bu da sanayinin uluslararası rekabet gücünü pekiştirecektir.

2.1.1.3 Hizmet Sektöründe Yapay Zekâ Entegrasyonu

Hizmet sektörü, YZ teknolojilerinin entegrasyonu ile hızlı bir dönüşüm yaşamaktadır. Bankacılık, finans, perakende, telekomünikasyon, ulaştırma ve kamu hizmetleri gibi hizmet ağırlıklı alanlarda YZ'nin kullanımı hem hizmet sunumunun kalitesini yükseltmekte hem de maliyetleri düşürmektedir. Özellikle müşteri hizmetleri ve pazarlama fonksiyonlarında YZ destekli sohbet botları (chatbot) ve sanal asistanlar yaygınlaşmıştır. Kurumlar, 7/24 kesintisiz ve kişiselleştirilmiş müşteri desteği sağlamak üzere YZ'den yararlanmaktadır. Bu sayede müşteri talep ve soruları anında yanıtlanabilmekte; insan müşteri temsilcileri ise daha karmaşık meselelere odaklanabilmektedir. McKinsey'in 2025 yılında yayınladığı "Yapay Zekânın Durumu" başlıklı raporda, YZ kullanımının müşteri hizmetlerinde operasyonel maliyetleri %34 oranında azaltabildiğini ve aynı zamanda gelirleri yaklaşık %32 artırabildiği gösterilmektedir.[422] Maliyet tasarrufu, otomasyon sayesinde daha az personel ihtiyacından ve işlem sürelerinin kısalmasından kaynaklanırken; gelir artışı, müşteri memnuniyetinin yükselmesine ve çapraz satış fırsatlarının daha iyi değerlendirilmesine bağlanmaktadır.

Finansal hizmetlerde YZ entegrasyonu, risk yönetimi ve işlem verimliliği alanlarında belirgin kazanımlar sağlamaktadır. Örneğin bankalar, makine öğrenmesi algoritmalarını kredi risk modellemelerinde, dolandırıcılık tespitinde ve algoritmik işlemlerde kullanarak hem mali kayıpları azaltmakta hem de operasyonel süreçleri hızlandırmaktadır. 2023 yılında finans sektöründe yapılan bir anket, finans profesyonellerinin %36'sının YZ uygulamalarının şirketlerinde yıllık maliyetleri %10'dan fazla düşürdüğünü bildirdiğini ortaya koymuştur.[423]

---

[421] İstanbul Kalkınma Ajansı. (2025). YZ Teknolojileri Mali Destek Programı. https://www.istka.org.tr/Archive/Content/345bc8ef75ea146c6380b996b1627e4122a23617.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[422] McKinsey. (2025). The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/quantumblack/our%20insights/the%20state%20of%20ai/2025/the-state-oMf-ai-how-organizations-are-rewiring-to-capture-value_final.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[423] Pressley, J. P. (2024). How AI Can Help Banks Reduce Operational Costs. BizTech. https://biztechmagazine.com/article/2024/03/how-ai-can-help-banks-reduce-operational-costs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Ayrıca aynı çalışmada finans kuruluşlarının %68'inin YZ yatırımlarında halen yeterli seviyeye ulaşmadığını düşündüğü belirtilmiştir. Bu durum önümüzdeki dönemde finans alanında YZ yatırımlarının daha da artacağını göstermektedir. Ödeme sistemlerinden sigortacılığa, sermaye piyasalarından müşteri analitiğine kadar finansal hizmetlerin pek çok alt dalında YZ'nin entegre edilmesi, sektörde hem verimlilik hem de yenilikçilik açısından yüksek bir potansiyel taşımaktadır.

Perakende ve e-ticaret sektörü de YZ entegrasyonundan doğrudan fayda sağlayan hizmet alanlarındandır. Büyük veri ve makine öğrenmesi teknikleri sayesinde şirketler, müşteri davranışlarını daha iyi analiz edip talepleri öngörebilmekte ve kişiselleştirilmiş pazarlama yapabilmektedir. Örneğin perakende şirketlerinin %63'ü, YZ'yi müşteri etkileşimlerini iyileştirmek için hâlihazırda kullanmaktadır.[424] Uygulamada bu; müşteriye özel ürün tavsiyeleri, dinamik fiyatlama, envanter optimizasyonu ve satış tahminlemesi gibi pek çok alanda kendini gösterir. Bu sayede müşterilerin alışveriş deneyimi iyileşirken, şirketler de hem stok maliyetlerini azaltmakta hem de satış oranlarını artırmaktadır. Benzer şekilde lojistik ve ulaştırma hizmetlerinde de gerçek zamanlı rota optimizasyonu ve talep tahmini gibi YZ uygulamaları, teslimat sürelerini kısaltıp yakıt tüketimini düşürerek maliyet avantajı sağlamaktadır.

Hizmet sektöründe YZ entegrasyonunun bir diğer boyutu, karar destek ve süreç otomasyonudur. Özellikle büyük ölçekli hizmet organizasyonları, karmaşık operasyonlarını yönetmek için YZ tabanlı veri analitiği ve optimizasyon araçlarından yararlanmaktadır. Örneğin, telekomünikasyon şirketleri müşteri kayıp tahmin modelleriyle proaktif önlemler almakta, otel ve havayolu gibi sektörler talep tahmin algoritmalarıyla dinamik fiyatlama stratejileri uygulamaktadır. Kamu hizmetlerinde ise akıllı şehir uygulamaları (trafik yönetimi, enerji dağıtımı, güvenlik izleme vb.) vatandaş memnuniyetini artırırken belediyelerin kaynak kullanımını iyileştirmektedir. Sonuç olarak, YZ'nin hizmet sektörüne entegrasyonu, farklı alt sektörlerde değişimlerin hızını artırarak ekonominin genel verimlilik düzeyine ciddi katkılar sunmaktadır. Türkiye'de de bankacılık ve telekomünikasyon başta olmak üzere birçok hizmet şirketi YZ yatırımlarını önceliklendirdiğini ifade etmektedir. Nitekim dünya genelinde şirketlerin %83'ü, YZ'yi iş stratejilerinde öncelikli bir gündem olarak görmektedir.[425] Bu

[424] Capgemini. (2024). Imagining A New Era of Customer Experience With Generative AI Report. https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2023/07/2023-07-27_Gen-AI-for-CX-POV_Opt1_v3_MD-1.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[425] Fatemi, F. (2019). 3 Ways Artificial Intelligence Is Transforming Business Operations. Forbes. https://www.forbes.com/sites/falonfatemi/2019/05/29/3-ways-artificial-intelligence-is-transforming-business-operations/?sh=5c4d06616036 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

eğilim, hizmet sektörünün YZ ile dönüşümünün önümüzdeki yıllarda daha da derinleşeceğine işaret etmektedir.

Hizmet sektöründeki bu dönüşümün altyapısal boyutuna küresel ölçekte verilen yanıtların dikkat çekici örneklerinden biri de Stargate girişimidir. 2025 yılı Ocak ayında ABD Başkanı Donald Trump tarafından duyurulan bu proje, SoftBank, Oracle, OpenAI ve Abu Dabi merkezli MGX fonunun ortaklığında başlatılmıştır. 2029 yılına kadar 500 milyar dolara ulaşması hedeflenen yatırımla 20 büyük veri merkezinin kurulması öngörülmektedir. Microsoft, Nvidia ve Arm gibi teknoloji şirketlerinin de katkı sunduğu girişim; yalnızca ABD'nin küresel YZ alanında liderliğini hedeflememekte, aynı zamanda ABD'de hizmet sektöründe kişiselleştirilmiş sağlık çözümlerinden finansal hizmetlere kadar pek çok alanda YZ'nin geniş ölçekli kullanımına olanak sağlayacak bir altyapı oluşturmayı amaçlamaktadır.[426]

2.1.1.4 Tarım Sektöründe Dijital Dönüşüm

Tarım sektörü, dijital dönüşüm ve YZ uygulamaları sayesinde geleneksel yöntemlerden veri odaklı, hassas tarım yöntemlerine geçiş yapmaktadır. Artan dünya nüfusu ve iklim değişikliği baskıları altında tarımsal verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmak kritik önem taşırken, YZ bu alanda yeni çözümler sunmaktadır. Akıllı tarım olarak da adlandırılan YZ destekli uygulamalarla, ekim planlamasından hasada kadar her aşamada veri analizine dayalı kararlar alınabilmektedir. Örneğin, tarlalara yerleştirilen sensörlerden, uydu görüntülerinden ve drone kameralarından elde edilen veriler, makine öğrenmesi algoritmalarıyla işlenerek toprak nemi, bitki sağlığı, zararlı takibi ve hava durumu riskleri hakkında gerçek zamanlı içgörüler üretmektedir.[427] Çiftçiler bu içgörüler sayesinde sulama, gübreleme ve ilaçlama faaliyetlerini tam zamanında ve ihtiyaç kadar yaparak hem maliyet tasarrufu sağlamakta hem de çevresel etkileri azaltmaktadır. Tarımda küresel YZ pazar büyüklüğü 2024 yılında 2,18 Milyar ABD doları olarak değerlendirilmiştir. 2025-2033 yılları arasında %19,48'lik bir yıllık birleşik büyüme oranı sergileyerek pazarın 2033 yılına kadar 12,95 Milyar ABD dolarına ulaşacağını tahmin etmektedir.[428]

---

[426] Smith-Goodson, Paul. (2025) The Stargate Project: Trump Touts $500 Billion Bid For AI Dominance. Forbes. https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2025/01/30/the-stargate-project-trump-touts-500-billion-bid-for-ai-dominance/ (Erişim Tarihi: 31.7.2025)

[427] Cheema, M., ve Khan, M., (2019). Information Technology for Sustainable Agriculture. Innovations in Sustainable Agriculture. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23169-9_19.

[428] Imarc. (2024). AI in Agriculture Market Size, Share, Trends and Forecast by Offering, Technology, Application, and Region, 2025-2033. https://www.imarcgroup.com/ai-in-agriculture-market (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Bilimsel araştırmalar, YZ tabanlı hassas tarım tekniklerinin tarımsal üretime somut faydalarını ortaya koymuştur. Örneğin Padhiary vd. tarafından Smart Agriculture Technology dergisinde yayınlanan çalışmada, tarıma yapılan akıllı yatırımlar ve insan müdahalelerine bağımlılığın azaltılması sayesinde verimlilikte %20-25'lik bir artışa, verimde %15-20'lik bir artışa ve işletme maliyetlerinde %25-30'luk bir düşüşe doğrudan katkıda bulunduğu ifade edilmektedir.[429] Bu sonuç, YZ'nin toprağın ihtiyaçlarını ve bitki gelişimini daha hassas izleyerek israfı önlemesinden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde, Kaliforniya'daki bağlarda YZ sistemlerinin uygulanmasıyla verimin %25 arttığı ve su tasarrufunun %20'ye ulaştığı rapor edilmiştir.[430] Bu kazanımlar, büyük ölçüde YZ'nin doğru zamanda doğru müdahaleye olanak tanımasıyla ilgilidir. Örneğin, YZ destekli modeller hastalık ya da haşere riskini erken aşamada tespit ederek sadece gerekli noktada ilaçlama yapılmasını önerebilir; böylece geniş alana bilinçsiz kimyasal uygulanmasının önüne geçilir.

Tarımda YZ, aynı zamanda veriye dayalı karar alma kültürünü yerleştirerek üretim planlamasını optimize etmektedir. Verim tahmini modelleri, geçmiş hasat verileri, meteorolojik bilgiler ve ekim alanı özelliklerini analiz ederek çiftçilere yaklaşan sezon için oldukça isabetli rekolte tahminleri sunabilmektedir. Bu sayede, çiftçiler ve tarımsal işletmeler piyasa koşullarına hazırlıklı olmakta, depolama ve satış stratejilerini önceden belirleyebilmektedir. YZ destekli özerk tarım makineleri de sektörde devrim niteliğinde gelişmelerdir. Örneğin, otonom traktör ve hasat makineleri, tarlada milimetre hassasiyetinde işlem yaparak hem işçilik ihtiyacını azaltmakta hem de verimliliği artırmaktadır. Bu tür makineler YZ algoritmaları sayesinde engelleri algılayıp yön değiştirebilmekte, en uygun ekim desenini uygulayabilmekte veya istenmeyen otları insan müdahalesi olmaksızın tespit edip temizleyebilmektedir.

Türk tarım sektörü de dijital dönüşümün ilk adımlarını atmaktadır. Özellikle büyük ölçekli tarım işletmeleri ve bazı kooperatifler, akıllı sulama sistemleri, drone ile ürün gözlemi ve tarımsal yazılımlar kullanmaya başlamıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde geliştirilen Tarım Cebimde gibi dijital platformlar çiftçilere veri tabanlı tavsiyeler sunmaktadır.[431] Bununla birlikte, genel olarak bakıldığında Türkiye'de tarımın yapısal

[429] Padhiary, M., Saha, D., Kumar, R., Sethi, L. N., ve Kumar, A. (2024). Enhancing precision agriculture: A comprehensive review of machine learning and AI vision applications in all-terrain vehicle for farm automation. Smart Agricultural Technology, 100483. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100483.

[430] Aijaz, N., Lan, H., Raza, T., Yaqub, M., Iqbal, R., ve Pathan, M. S. (2025). Artificial Intelligence in Agriculture: Advancing Crop Productivity and Sustainability. Journal of Agriculture and Food Research, 101762. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762.

[431] Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Gelecek Tarımda, Tarım Cebimde. https://tarimcebimde.tarimorman.gov.tr (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

özellikleri (küçük aile işletmelerinin yaygınlığı, teknoloji kullanımındaki sınırlılıklar) nedeniyle YZ adaptasyonu sınırlı düzeydedir. Önümüzdeki dönemde, tarımda verimlilik ve gelir artışına duyulan ihtiyaç, YZ uygulamalarının daha fazla benimsenmesini teşvik edecektir. Dijital ve YZ destekli tarım hem dünya hem de Türkiye açısından tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamanın ve ekonomik kazanımları artırmanın anahtarı olarak görülmektedir.

2.1.1.5 Enerji Sektöründe Optimizasyon

Enerji sektörü, üretim, iletim ve tüketim süreçlerinin optimizasyonunda YZ'den yoğun biçimde yararlanmaya başlamıştır. Elektrik üretiminde kaynak dağılımının optimizasyonu, şebeke yönetimi, yenilenebilir enerji entegrasyonu ve tüketim tahmini gibi alanlarda YZ uygulamaları dikkate değer iyileşmeler sağlamaktadır. Enerjide YZ pazar büyüklüğünün 2024 yılında 19,03 milyar dolardan 2025'te 22,94 milyar dolara %20,6'lık yıllık birleşik büyüme oranı ile çıkması, ardından 2029 yılında %22'lik yıllık birleşik büyüme oranı ile 50,91 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.[432] Bu büyüme; verimlilik artışı, talep yönetimi, öngörücü bakım ve şebeke optimizasyonu ile başlayıp, merkezi olmayan enerji sistemleri, enerji depolama yönetimi, akıllı şehirler, ulaşım elektrifikasyonu, uç bilişim entegrasyonu, enerji verimliliği analitiği, otonom altyapı, siber güvenlik çözümleri, sanal enerji santralleri ve uç YZ gibi trendlerle devam etmektedir. Özellikle akıllı şebeke sistemlerinde YZ algoritmaları, anlık arz-talep dengesi kurmak ve enerji kesintilerini önlemek üzere kullanılmaktadır. Büyük veri analitiği ile desteklenen bu sistemler, farklı üretim kaynaklarından (güneş, rüzgâr, termik vb.) gelen elektriğin en verimli şekilde dağıtılmasına yardımcı olurken, tüketim tarafında da pik yüklerin yönetilmesine katkı sunar. YZ sayesinde dağıtım şebekelerinde arıza tahmini yapmak, bakım faaliyetlerini arızalar gerçekleşmeden önce planlamak mümkün hale gelmiştir. Bu da hem enerji kayıplarını azaltmakta hem de hizmet sürekliliğini artırmaktadır.

Enerji üretim tesislerinde YZ uygulamaları, operasyonel verimliliği yükseltmektedir. Sanayide YZ, tesis bakımını izlemek ve tahmin etmek için kullanılmakta ve genel enerji verimliliğini artırmaktadır. Örneğin, enerji kontrolü için makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılması, bazı uygulamalarda tüketimde %10'a varan bir azalmaya yol açarak işletme

[432] The Business Research Company. (2025). AI In Energy Global Market Report. https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/ai-in-energy-global-market-report (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

maliyetleri ve üretim faaliyetlerinin çevresel etkisi üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır.[433] Benzer şekilde, elektrik santrallerinde YZ destekli kontrol sistemleri yakıt tüketimini ve emisyonları azaltırken üretim birim maliyetlerini düşürmektedir. Rüzgâr ve güneş enerjisi santrallerinde, YZ temelli tahmin modelleri hava durumunu ve üretim kapasitesini isabetle öngörerek şebekeye katılımı optimize etmektedir. Bu sayede yenilenebilir kaynakların değişkenliğinden kaynaklanan belirsizlikler yönetilebilmekte ve fosil yakıtlı yedekleme ihtiyacı azaltılmaktadır.

Enerji tüketim tarafında da YZ önemli kazanımlar sunmaktadır. Akıllı binalar ve endüstriyel tesisler, YZ tabanlı enerji yönetim sistemleri kullanarak elektrik ve ısıtma-soğutma tüketimlerini gerçek zamanlı optimize edebilmektedir. Örneğin YZ, bir binanın geçmiş tüketim verilerini ve hava durumu tahminlerini analiz ederek HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemlerini otomatik ayarlayabilir; bu yolla konfor koşullarını bozmadan enerji tasarrufu sağlanabilir. Şirketler de üretim vardiyalarını veya süreçlerini enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara göre uyarlamak için YZ'den faydalanmaktadır. Bu tür talep tarafı yönetimi uygulamaları, enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra işletmelere maliyet avantajı kazandırabilmektedir.

Küresel ölçekte enerji ve kamu hizmeti şirketlerinin büyük bölümü, YZ'nin veri işleme gücünü kritik görüyor ve yatırımlarını bu alana yönlendiriyor. IBM'in bir çalışması, enerji ve kamu hizmetleri sektöründeki şirketlerin %74'ünün veri ile ilgili zorlukları aşmak için YZ çözümlerini benimsediğini ortaya koymuştur.[434] Bu yüksek oran, enerji alanında YZ'nin artık opsiyonel bir lüks değil, rekabetçi ve sürdürülebilir operasyonlar için gereklilik haline geldiğine işaret etmektedir. Türkiye de benzer şekilde enerji sektöründe YZ projelerine odaklanmaktadır. Özellikle elektrik dağıtım şirketleri kaçak elektrik tespiti, talep tahmini ve şebeke arıza öngörüsü için YZ tabanlı yazılımları kullanmaya başlamıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve TEİAŞ başta olmak üzere, akıllı şebeke altyapısını geliştirme yönünde stratejiler izlenmektedir.[435] Ayrıca yenilenebilir enerji santrallerinin optimizasyonu için üniversiteler ve Ar-Ge merkezleri bünyesinde algoritmalar geliştirilmektedir. Sonuç olarak, YZ enerji sektöründe hem üretici hem tüketici tarafında optimizasyon imkânları

[433] Faist Group. (2024). How artificial intelligence can improve energy efficiency. https://www.faistgroup.com/news/how-artificial-intelligence-can-improve-energy-efficiency (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[434] IBM. (2024). New IBM Study Data Reveals 74% of Energy & Utility Companies Surveyed Embracing AI. https://newsroom.ibm.com/2024-02-26-New-IBM-Study-Data-Reveals-74-of-Energy-Utility-Companies-Surveyed-Embracing-AI (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[435] TÜBA. (2022). Enerjide YZ'nin Rolü Raporu. https://tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/TUBA-978-625-8352-19-1.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yaratarak ekonomik kazançlar sağlamaktadır; bu da daha sürdürülebilir ve verimli bir enerji ekonomisine geçişi desteklemektedir.

2.1.1.6 Sağlık Ekonomisinde Yapısal Dönüşüm

Küresel sağlık sektöründeki YZ pazarı, 2016 yılında sadece 1,1 milyar dolardan 2023 yılında 22,4 milyar dolara yükselerek %1779'luk büyük bir artış göstermiş olup bu yükselişin 2030 yılına kadar 188 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir.[436] YZ destekli cerrahi operasyonlar, hastanede kalış süresini %20'den fazla azaltarak yıllık 40 milyar dolarlık tasarruf sağlama potansiyeline sahipken, genel sağlık maliyetlerini de 2025 yılı sonuna kadar 13 milyar dolar azaltacağı öngörülmektedir. Benzer şekilde hastanelerin %90'ının erken teşhis ve uzaktan hasta izleme için YZ destekli teknolojileri kullanması beklenmektedir. COVID-19 pandemisi sırasında sağlık yöneticilerinin %94'ünün YZ kullanımını genişletmesi ve YZ destekli cerrahi ve tıbbi görüntüleme gibi alanların hızlı gelişimi, sağlık sektöründeki dönüşümün kapsamını ve hızını ortaya koymaktadır.[437]

Sağlık sektörü, YZ uygulamaları sayesinde hem tıbbi hizmet sunumunda kalite ve hız artışı yaşamakta, hem de sağlık ekonomisinin genelinde maliyet etkinliği yükselmektedir. Özellikle tanı ve tedavi süreçlerinde YZ'nin kullanımı, erken teşhis oranlarını artırmakta, gereksiz test ve müdahaleleri azaltarak kaynak kullanımını optimize edebilmektedir. Örneğin, görüntüleme alanında geliştirilen YZ algoritmaları, röntgen, MR gibi taramalardaki anormallikleri insan radyologlara kıyasla çok daha hızlı tarayıp işaretleyebilmektedir. Bu tür sistemler doktorların iş yükünü hafifletmekte ve kritik vakaların gözden kaçma ihtimalini düşürmektedir. Dahası, hastanelerde elektronik sağlık kayıtlarının analiziyle çalışan makine öğrenmesi uygulamaları, hastaların yeniden hastaneye yatış riskini veya sepsis gibi komplikasyon risklerini önceden tahmin ederek önleyici tedbirler alınmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede hasta sağlığına destek olunurken, yüksek maliyetli yoğun bakım veya acil müdahale gereklilikleri azaltılabilmektedir.

2025 yılında yayımlanan bir rapora göre dijital sağlık alanında YZ'nin etkisiyle önemli bir dönüşüm yaşanacak ve akıllı implantlar, giyilebilir cihazlar ile dijital tedavi araçları sayesinde hastaların kendi sağlıklarını aktif olarak yönetmeleri mümkün hale

[436] Kumar, A., Gupta, A., ve Raj, U., (2024). New Era of Intelligent Medicine: Future Scope and Challenges. 2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), s. 1-6. https://doi.org/10.1109/ICRITO61523.2024.10522148 .

[437] Roy, S. (2025). AI in Healthcare Statistics: Comprehensive List for 2025. Dialog Health. https://www.dialoghealth.com/post/ai-healthcare-statistics (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

gelecektir.[438] Aynı raporda, sağlık profesyonellerinin kişiye özel tedavi ve gerçek zamanlı izleme için YZ destekli araçlarla güçleneceği, böylelikle teşhis hatalarının azalacağı ve hastalara sunulan bakım hızının artacağı vurgulanmaktadır. Son olarak raporda, dijital sağlık ekosistemlerinin YZ sayesinde iş akışlarını otomatikleştirerek sağlık sistemleri, ilaç şirketleri ve diğer sağlık kuruluşları arasında daha etkin veri paylaşımı ve iş birliği sağlayacağı ifade edilmiştir.

Sağlık ekonomisi açısından YZ'nin en belirgin katkılarından biri, verimlilik artışı yoluyla maliyet düşüşlerinin mümkün olmasıdır. Bu noktada, YZ ve ilgili dijital teknolojilerin yaygın biçimde benimsenmesi durumunda sağlık harcamalarında önemli miktarda tasarruf sağlanabileceğine dönük bulgulara değinmek gerekmektedir. Nitekim 2023 yılında National Bureau of Economic Research yayınında yer alan bir araştırmaya göre, ABD sağlık sisteminde YZ uygulamalarının tam potansiyelle devreye alınması halinde yıllık 200 ila 360 milyar dolar arasında bir maliyet azalması mümkün görünmektedir.[439] Bu tasarruf, gereksiz tetkiklerin azalması, idari süreçlerin otomasyonu, hataların önlenmesi ve bakım hizmetlerinin daha uygun ortamlarda verilmesi gibi çok boyutlu olası kazanımlardan oluşmaktadır. Örneğin, basit bir düzeyde bile, idari işlerde YZ destekli otomasyon (randevu planlama, faturalandırma, sigorta onayı gibi) sağlık işletmelerinin personel maliyetlerini ve hata oranlarını düşürebildiği ifade edilmiştir.

YZ aynı zamanda ilaç keşfi ve geliştirme süreçlerini hızlandırarak sağlık ekonomisine dolaylı yoldan katkı yapması da olasıdır.[440] Geleneksel olarak 10-15 yıl süren ve milyarlarca dolar maliyetli yeni ilaç geliştirme döngüleri, YZ destekli hesaplamalı biyoloji ve simülasyon teknikleri ile kısalabilmektedir.[441] Moleküler düzeyde büyük veri analizi yapabilen algoritmalar, potansiyel ilaç adaylarını daha hızlı tarayıp etkili olanları belirleyebilmekte, bu da Ar-Ge maliyetlerinin azaltılmasına destek olmaktadır.[442] Ayrıca, bireyselleştirilmiş tıp (kişiye özel tedavi) alanında YZ kullanımı, doğru tedaviyi doğru hastaya yönlendirerek hem

[438] Boston Consulting Group. (2025). How Digital and AI Will Reshape Health Care in 2025. https://web-assets.bcg.com/8c/f8/ae51ffb44ca59cb8abd751940441/bcg-how-digital-and-ai-solutions-will-reshape-health-care-in-2025.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[439] Sahni, N., Stein, G., McKinsey, O., Zemmel, R., ve Cutler, D. M. (2023). The potential impact of artificial intelligence on healthcare spending (Vol. 30857). Cambridge, MA, USA National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226833125-004 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[440] Tripathi, A., Misra, K., Dhanuka, R., ve Singh, J., (2022). Artificial Intelligence in Accelerating Drug Discovery and Development. Recent patents on biotechnology. https://doi.org/10.2174/1872208316666220802151129 .

[441] Tang, J., Wang, F., ve Cheng, F., (2021). Artificial Intelligence for Drug Discovery. Proceedings of the 27th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. https://doi.org/10.1145/3447548.3470796.

[442] Xie, W., Cheng, X., Ding, Z., Deng, R., ve Gu, D., (2021). Abstract 278: Artificial intelligence accelerate drug discovery. Cancer Chemistry. https://doi.org/10.1158/1538-7445.AM2021-278 .

klinik başarı oranının artmasına hem de etkisiz tedavilere harcanan kaynakların engellenmesine yardımcı olabilmektedir.[443]

Sağlık hizmetlerinin organizasyonu ve yönetimi noktasında da YZ'nin dönüştürücü etkileri görülmektedir. Sağlık lojistiği ve tedarik zinciri YZ ile optimize edilerek hastanelerin ilaç ve sarf malzemesi stokları ideal seviyelerde tutulabilmekte, israf ve kritik malzeme eksiklikleri önlenebilmektedir.[444] Yine sağlık kurumlarında yatak doluluk oranları ve personel vardiya planlaması, talep tahmin algoritmalarıyla daha etkin planlanabilmektedir.[445] Bu tür geliştirmeler, hastane işletme verimliliğini yükselterek birim hizmet maliyetinin düşürülmesine katkı sağlayabilmektedir.

Türkiye'de de sağlıkta YZ uygulamalarına yönelik girişimler mevcuttur. Devlet destekli projelerde, sağlık verilerinin analitiği ve görüntü tanıma algoritmaları geliştirilmektedir. Ayrıca büyük sağlık kuruluşları ve üniversite hastaneleri, YZ destekli karar destek sistemlerini pilot olarak kullanmaya başlamıştır (örneğin bazı şehir hastanelerinde dijital triaj sistemleri veya radyoloji YZ uygulamaları test edilmektedir).[446] Sağlık Bakanlığı da "Sağlıkta YZ" çalışmalarını stratejik öncelik olarak tanımlamış durumdadır ve Sağlıkta YZ Strateji Belgesi hazırlama ile ilgili çalışmalara devam etmektedir.[447] Bu adımlar, sağlık ekonomisinde YZ kaynaklı verimlilik artışlarının önünü açacaktır. Hem küresel literatür hem de ulusal stratejiler ışığında, sağlık sektöründe YZ kullanımı; daha sağlıklı toplum, daha etkin işgücü kullanımı ve sürdürülebilir sağlık finansmanı yönünde yapısal bir dönüşümü destekleyen kritik bir araç olarak görülmektedir.

2.1.1.7 Verimlilik Artışının Uluslararası Rekabete Etkisi

YZ kaynaklı verimlilik artışları, işletmelerin ve ülkelerin uluslararası rekabet güçleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Tarihsel olarak, üretkenlik düzeyi yüksek olan ekonomiler dünya pazarlarında daha başarılı olmuş; benzer şekilde yeni teknolojileri benimseyen şirketler küresel rakiplerine karşı avantaj elde etmiştir. YZ, günümüzde bu

[443] Kwemoi, K., (2025). The Role of Artificial Intelligence in Accelerating Drug Discovery Innovations. Research Invention Journal Of Scientific and Experimental Sciences. https://doi.org/10.59298/rijses/2025/519130 .

[444] Gupta, S., Gupta, A., Virmani, N., ve Singh, M., (2024). Artificial Intelligence in Healthcare Supply Chain Management: A Bibliometric Analysis: Subtitle as needed (AI in Healthcare Supply Chain). 2024 10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 1, s. 1265-1268. https://doi.org/10.1109/ICACCS60874.2024.10717239 .

[445] Chennupati, N., (2025). AIRA-Hospital: Generative AI-enhanced robotic process automation for dynamic resource allocation in acute care settings. World Journal of Advanced Research and Reviews. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.2.1657 .

[446] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[447] a.g.e.

rekabet parametrelerinin merkezinde yer almaktadır. Örneğin, bir imalat firmasının YZ ile üretim maliyetlerini rakiplerine kıyasla düşürmesi veya bir hizmet şirketinin YZ ile müşteri memnuniyetini artırması, onun pazar payını ve kârlılığını uluslararası ölçekte artırabilir. Dolayısıyla, YZ'nin tetiklediği verimlilik kazanımları mikro düzeyde firmaların rekabetçi pozisyonlarını, makro düzeyde ise ülkelerin rekabetçilik endekslerini etkilemektedir.

Küresel ekonomide YZ'ye erken ve yaygın yatırım yapan ülkelerin ekonomik kazanımlardan daha büyük pay alacağı öngörülmektedir. Ekonomik değerin büyük ölçüde birkaç bölge tarafından paylaşılma olasılığı yüksektir. PwC tarafından yapılan öngörüye göre bu kazanımların önemli kısmının Çin ve Kuzey Amerika kaynaklı olması beklenmektedir.[448] Bu durum söz konusu bölgelerin an itibarıyla YZ adaptasyonunda öncü konumda olmasının bir sonucudur. Nitekim bugün dünya genelinde YZ girişimlerinin ve yatırımlarının büyük çoğunluğu ABD ve Çin'de toplanmaktadır.[449] Bu iki ülke hem kamu hem özel sektör desteğiyle YZ teknolojilerini stratejik öncelik ilan etmiş durumdadır. Dolayısıyla YZ, ülkeler arası rekabetin yeni bir boyutu haline gelmiş; YZ'ye hâkim olan ekonomiler, uluslararası ticarette, savunmada, finansal güçte ve teknolojik nüfuzda öne çıkmaya başlamıştır.

Türkiye açısından, YZ alanındaki verimlilik kazanımlarını rekabetçiliğe dönüştürmek kritik bir hedeftir. 2024 yılında yayınlanan Global YZ Endeksi'nde yetenek, altyapı, operasyonel çevre, geliştirme, araştırma, devlet stratejisi ve ticarileştirme gibi kıstaslar kullanılarak yapılan ülke sıralamasında ABD birinci sırayı alırken, Türkiye 34. sırada yer almaktadır.[450] Türkiye'ye ait bu oranın artırılması, sıralamanın iyileştirilmesi ve Türkiye'nin dijital rekabette üst sıralara çıkması için, YZ tabanlı verimlilik artışlarının hızla gerçekleştirilip sanayiye ve hizmetlere entegre edilmesi gerekmektedir.

Uluslararası rekabet, yalnızca mal ve hizmet ticaretini değil, yetenek çekme ve yatırım çekme boyutlarını da içermektedir. YZ alanında verimlilik artışını yakalayan ve ileri teknoloji ekosistemi gelişen ülkeler, küresel yetenekleri (nitelikli araştırmacı, yazılımcı vb.) kendine çekme konusunda da avantaj sahibi olmaktadır. Örneğin, YZ araştırmalarında merkez haline gelen ülkeler, beyin göçü yoluyla sürekli bir bilgi ve beceri akışına kavuşurlar. Bu da uzun vadede rekabetçi inovasyon kapasitesini artırma olasılığını yükseltmektedir. Benzer biçimde,

[448] PwC. (2017). Sizing the prize What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[449] Mostrous, A.; Cesareo, S. ve White, J. (2024). The Global Artificial Intelligence Index 2024. Tortoise Media. https://www.tortoisemedia.com/2024/09/18/the-global-artificial-intelligence-index-2024 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[450] a.g.e.

uluslararası yatırımcılar (çok uluslu şirketler veya risk sermayesi fonları), YZ alanında ileri gitmiş ülkelere daha fazla yatırım yapmaya eğilimlidir. Dolayısıyla YZ'nin getirebileceği verimlilik artışı, ülkelerin doğrudan yabancı yatırım çekme performansını da yükseltebilmektedir.

YZ destekli verimlilik artışları ülkelerin rekabet pozisyonunu çok boyutlu olarak etkilerken, küresel ekonomide bir yarış haline gelen bu alanda geri kalanlar ile önde gidenler arasındaki farkın açılmasına neden olacaktır. Bu durum, rekabetçi dengenin YZ teknolojilerini ne kadar hızlı ve başarılı biçimde devreye alabildiğine bağlı olarak yeniden kurulacağını göstermektedir. Türkiye ve benzeri gelişmekte olan ekonomiler için dikkate alınması gereken konu, YZ'ye stratejik önem atfederek, eğitimden Ar-Ge'ye, teşviklerden altyapıya kadar bütüncül politikalarla verimlilik dönüşümü sağlanarak uluslararası rekabet gücünü artırmanın mümkün olmasıdır. Bu potansiyelin gerçeğe dönüştürülmesi, yalnızca bir tercih değil, aynı zamanda küresel değer zincirlerinde kalıcı bir yer edinmenin ve gelecek nesillere müreffeh bir ekonomi bırakmanın da temel şartıdır.

2.1.1.8 Yatırım ve Faaliyet Maliyetlerinin Optimizasyonu

YZ, şirketlerin yatırım planlama ve operasyonel maliyet yönetimi süreçlerini optimize etmelerinde devrimsel imkânlar sunmaktadır. Geleneksel olarak yöneticiler, yatırım kararlarını geçmiş deneyim ve öngörülerine dayanarak alırken; YZ destekli analizler sayesinde çok daha isabetli ve veri destekli öngörüler elde edilebilmektedir. Örneğin, bir üretim tesisi kapasite artırımı yatırımı planlarken YZ tabanlı simülasyon araçları farklı senaryoları (talep artışı, maliyet değişimleri, tedarik riski vb.) ayrıntılı şekilde modelleyerek yatırımın geri dönüş süresini ve risklerini daha hatasız ortaya koyabilir. Bu tür karar destek sistemleri, sermaye yatırımlarının en doğru alana, en doğru zamanda yönlendirilmesine katkı sağlayabilir, yanlış veya gereğinden büyük yatırımlar nedeniyle kaynak israfını önleyebilir.

Faaliyet (operasyon) maliyetlerinin optimizasyonunda YZ'nin rolü özellikle büyük ölçekli ve karmaşık operasyonları olan kuruluşlarda belirgindir. YZ etkinliği üzerine yapılan bir inceleme çalışmasında, YZ'nin sekiz iş alanında maliyet azaltma üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve YZ'nin benimsenmesinden en çok fayda sağlayan sektörler arasında üretim, hizmet operasyonları ve pazarlama ve satışın yer aldığını belirtmiştir. Tüm şirketlerin yaklaşık %4'ü en az %20 oranında maliyet tasarrufu sağlarken, %28'inin YZ'yi benimsedikten sonra maliyetlerini %10 veya daha az düşürdüğü savunulmuştur. Şirketlerin onda birinde %10

ila %19 arasında maliyet düşüşü yaşandığı belirtilmiştir.[451]

Otomasyon ve akıllı optimizasyon algoritmaları sayesinde, işletmelerin üretim, lojistik, tedarik zinciri, pazarlama ve genel idare giderlerini ciddi oranlarda azaltabilmesi olasıdır. Özellikle tedarik zinciri yönetimi alanında YZ, stok seviyelerini en aza indirgeyerek depolama maliyetlerini düşürebilmekte; rota optimizasyonu ile lojistik maliyetlerinde tasarruf sağlamaktadır. Perakende sektöründe büyük veri analitiği ve makine öğrenmesi kullanarak yapılan talep tahminleri, fazla stok veya stok yetersizliği gibi durumların önüne geçerek envanter maliyetlerini optimize edebilmektedir. Şirketler YZ'yi iş süreçlerine entegre ederek elde ettikleri kazanımlar arasında hızlı karar alma (gerçek zamanlı fiyatlama gibi) ve işgücü verimliliği artışı ile birlikte belirgin maliyet düşüşlerini de saymaktadır.

YZ, harcama analizleri ve sahtekârlık tespitinde de etkin biçimde kullanılmaktadır. Büyük kurumlar satın alma ve gider kalemlerini YZ tabanlı sistemlerle tarayarak anormal harcama kalıplarını, fiyat sapmalarını veya mükerrer ödemeleri saptayabilmektedir. Böylece gereksiz harcamaların önüne geçilmekte, tedarikçilerle daha iyi fiyat pazarlıkları için veri temelli içgörüler elde edilmektedir. Özellikle finans ve sigorta sektörü gibi alanlarda, dolandırıcılık tespiti için makine öğrenmesi yaygın olarak kullanılmakta olup bu sayede her yıl milyarlarca dolarlık haksız ödeme engellenebilmektedir. Örneğin kredi kartı işlemlerini gerçek zamanlı izleyen YZ algoritmaları, şüpheli bir işlemi milisaniyeler içinde fark ederek bankayı ve müşteriyi uyarmakta; bu da hem maddi kayıpları önlemekte hem de güvenliği artırmaktadır. Bu tür kazanımlar, doğrudan operasyonel maliyet optimizasyonu olarak değerlendirilebilir çünkü engellenen her sahtekârlık, şirket açısından potansiyel bir giderin ortadan kalkması demektir. Hazine ve Maliye Bakanlığının YZ kullanarak yaptığı detaylı çalışmada, 1,5 milyona yakın kaydın incelenmesi sonucu 120,4 milyar liralık bir matrah farkı tespit edilmiş ve kamu önemli bir zarardan kurtarılmıştır.[452]

Türkiye'de faaliyet gösteren şirketlerin de yatırım ve operasyon optimizasyonu için giderek artan oranda YZ araçlarına yöneldiği görülmektedir. Özellikle bankacılık sektöründe risk optimizasyonu, perakendede envanter ve fiyat optimizasyonu, üretimde hat optimizasyonu gibi alanlarda başarılı örnekler mevcuttur.[453,454,455] Bunun yanında, kamu

[451] Flatt, K. (2024). AI efficiency: Cost reduction with AI. InData Labs. https://indatalabs.com/blog/ai-cost-reduction (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[452] Mert Özarar'ın 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[453] KPMG. (2024). Üretken Yapay Zeka ile Finansın Yeni Normali, https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2024/01/uretken-yapay-zeka-ile-finansin-yeni-normali.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kurumları da kaynak tahsisinde YZ kullanımıyla bütçe etkinliğini artırmayı hedeflemektedir. Tüm bu örnekler; YZ'nin yatırım planlama, kaynak dağılımı ve maliyet yönetimi boyutlarında kurumlara stratejik avantajlar sunduğunu ve ekonomik etkinliklerini maksimale yaklaştırmak için destek olabileceğini göstermektedir.

2.1.1.9 Büyük Veri ve Yapay Zekâ Destekli Karar Verme ve Stratejik Planlama

Günümüz ekonomisinde veri "yeni petrol" olarak nitelendirilirken, YZ bu veriden anlam çıkararak stratejik kararlara yön vermede kritik bir rol oynamaktadır.[456] Veri tabanlı karar verme, büyük ve karmaşık veri yığınlarının analiz edilerek yöneticilere net ve eyleme dönük bilgiler sunulması olasılığını ifade eder ve YZ bu sürece destek verebilecek başlıca teknoloji olarak görülmektedir. Şirketler topladıkları müşteri verileri, üretim verileri, finansal göstergeler ve sosyal medya akışları gibi çeşitli kaynaklardan gelen "büyük veriyi" YZ destekli analizlerle işleyerek, sezgi veya sınırlı analizlerle alınan kararlarda daha objektif ve kanıta dayalı bir yaklaşıma geçebilecektir.

Veriye dayalı karar almanın avantajları çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. 2022 yılında McKinsey tarafından yapılan bir araştırmaya göre, veri kültürünü benimseyen kuruluşlar, rakiplerine kıyasla 23 kat daha fazla müşteri kazanma olasılığına ve 19 kat daha fazla kârlı olma olasılığına sahip olabilmektedir.[457] Bu çarpıcı fark, veriyi etkin kullanmanın şirket performansına doğrudan yansıdığını belirtmektedir. Yine aynı bağlamda, iş süreçlerine büyük veri analitiğini entegre eden işletmelerin kârlarında ortalama %8 artış ve maliyetlerinde %10 azalma olduğu bildirilmiştir. Bu gelişmeler, stratejik planlamanın her aşamasında (pazar girişi, yeni ürün geliştirme, kapasite planlama, fiyatlandırma vs.) YZ'den destek almanın somut finansal getiriler sağlayabildiğini ortaya koymaktadır.

YZ destekli karar verme, özellikle belirsizlik içeren karmaşık stratejik konularda yöneticilere, senaryo analizleri sunarak yardımcı olabilmektedir. Örneğin, bir şirket yeni bir

---

[454] Anadolu Ajansı. (2024). Yapay zeka uygulamaları e-ticaret sektöründe etkinliği artırıyor. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/yapay-zeka-uygulamalari-e-ticaret-sektorunde-etkinligi-artiriyor/3263557 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[455] BTHaber. (2025). Ford Otosan, Quantum Application Hub listesinde yerini aldı. https://www.bthaber.com/ford-otosan-quantum-application-hub-listesinde-yerini-aldi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[456] The Economist. (2017). The world's most valuable resource is no longer oil, but data. https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[457] Keboola. (2022). 5 Stats That Show How Data-Driven Organizations Outperform Their Competition. https://www.keboola.com/blog/5-stats-that-show-how-data-driven-organizations-outperform-their-competition (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

pazara girmeyi değerlendirirken, YZ tabanlı modeller farklı senaryolar altında (farklı talep düzeyleri, rekabet tepkileri, fiyat noktaları vb.) şirketin pazar payını ve kârlılığını simüle edebilmektedir.[458] Bu sayede yönetim, karar vermeden önce olası risk ve fırsatları daha somut biçimde görme fırsatına sahip olabilir. Benzer şekilde, portföy yönetimi yapan bir yatırım fonu, yüzlerce finansal enstrümanın geçmiş performansını ve korelasyonlarını YZ ile analiz ederek optimum dağılımı belirleyebilir ve değişen piyasa koşullarına gerçek zamanlı uyum sağlayacak bir stratejiyi YZ ile geliştirebilir.[459]

Kamu sektöründe de veri odaklı karar alma önem kazanmıştır. Şehir planlamasından ekonomik politikalara, sağlık politikalarından eğitim yatırımlarına kadar pek çok alanda hükümetler büyük veriyi ve YZ analitiğini kullanarak daha rasyonel planlamalar yapabilmektedir. Örneğin, bir belediye, trafik sıkışıklığını azaltmak için sensörlerden ve akıllı cihazlardan gelen verileri YZ ile analiz ederek kavşaklara dinamik sinyal süreleri uygulayabilir ve ulaşım stratejisini veriye dayalı biçimde tasarlayabilir. Avrupa Komisyonu, açık verilerin etkin kullanımı sayesinde AB genelinde kamu ve özel kesimde yılda yüz milyarlarca avroluk verimlilik kazancı sağlanabileceğini belirtmiştir.[460] Nitekim gerçek zamanlı trafik verilerinin kullanımıyla yapılan yönlendirmelerin, AB genelinde yıllık 730 milyon saat iş gücü tasarrufu (yaklaşık 20 milyar avro değerinde) sağlayabileceği öngörülmüştür. Benzer şekilde, geciken trenlerin gerçek zamanlı olarak bildirilmesi 27 milyon çalışma saatinden tasarruf sağlayarak, işgücü maliyetlerinde 740 milyon avronun tasarruf getirisi sağlanabilmiştir. Bu gibi örnekler, veri tabanlı karar mekanizmalarının stratejik düzeyde çarpıcı sonuçlar doğurabileceğine işaret etmektedir.

Türkiye'de de özel sektör ve kamuda veri temelli yönetim kültürü gelişmektedir. Özellikle büyük holdingler ve bankalar bünyesinde "iş analitiği" ve "veri bilim" departmanları kurulmuş, üst yönetim kararlarına veri analizlerinin entegre edilmesi için iş zekâsı platformları yatırımları yapılmıştır. UYZS de veri kalitesinin artırılması ve açık veri paylaşımının hızlandırılması başlıkları altında, kamu karar destek mekanizmalarının veri

[458] Lee, K., Park, J. ve Yoon, M., (2017). Industry dynamics with diversity in firms' catch-up strategies and demand conditions: a simulation approach. Economics of Innovation and New Technology.

[459] Ambuli, T. V., Venkatesan, S., Sampath, K., Devi, K., ve Kumaran, S. (2024). AI-Driven Financial Management Optimizing Investment Portfolios through Machine Learning. In 2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT) (Vol. 1, pp. 1822-1828). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCPCT61902.2024.10672859.

[460] European Commission. (2023). The European Data Strategy. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

odaklı dönüşümünü hedeflemektedir.[461] Bunun yanında, Türkiye İstatistik Kurumu gibi kurumlar belirli periyotlarla istatistik ve çeşitli veri setlerine erişimini kolaylaştırarak hem kamuda hem özelde stratejik planlamanın sağlıklı verilere dayanmasını teşvik etmektedir.[462] Ancak veri temelli karar alma konusunda yetkin insan kaynağı ve kurumsal kültür boyutlarında hala gelişme alanları mevcuttur.

YZ ile güçlendirilmiş veri tabanlı karar verme ve stratejik planlama, hem mikro düzeyde işletmelerin rekabet avantajı kazanmasını hem de makro düzeyde kaynakların etkin dağılımını destekleyebilmektedir. Rakamlar ve örnekler, bu yaklaşımın somut kazanımlarını ortaya koyarken, veriyi toplayıp işleyebilen ve stratejilerine entegre edebilen organizasyonlar, geleceğin belirsiz ortamında çok daha hazırlıklı ve başarılı olacaklardır. Bu bağlamda, Yapay Zekâ Komisyonu Başkanı Fatih DÖNMEZ'in 13 Mayıs 2025 tarihli toplantıda yaptığı değerlendirme dikkat çekicidir: "Yapay zekâ bir kalkınma modelidir ve bu modelin başarısı sadece veri miktarına değil, vizyona, iş birliğine ve toplumsal katılıma bağlıdır." Bu perspektif, YZ'nin ekonomik kazanımlarının gerçekleşebilmesi için teknik altyapının ötesinde, stratejik vizyonun ve bütüncül yaklaşımın önemini vurgulamaktadır.[463]

2.1.2 Yeni İş Alanları ve Girişimcilik Fırsatları

YZ teknolojilerinin yükselişi, sadece mevcut iş kollarında dönüşüm yaratmakla kalmamış, aynı zamanda yepyeni iş alanlarının ve girişimcilik fırsatlarının doğmasına zemin hazırlamıştır. Bu dönüşüm, ekonomik kazanç boyutunun ötesinde iş gücü piyasasının yapısını, ihtiyaç duyulan yetenek setlerini ve girişimcilik ekosisteminin dinamiklerini etkilemektedir. YZ sayesinde, bundan on yıl önce var olmayan meslekler ortaya çıkmakta; veriye ve YZ'ye dayalı yeni sektörler filizlenmektedir. Girişimciler açısından bakıldığında, YZ'nin her sektörde çözüm geliştirme ve değer yaratma yönünde sınırsız sayıda fırsat sunarak bir inovasyon katalizörü işlevi görmesi olasıdır. Bu bölümde, YZ ekosisteminde ortaya çıkan yeni mesleklerden veri ekonomisindeki değer yaratma yollarına, YZ tabanlı girişimlerin durumundan destek mekanizmalarına kadar geniş bir yelpazede, yeni iş ve girişimcilik boyutu ele alınmaktadır.

---

[461] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[462] TÜİK. (2025). İstatistiksel Veri Portalı. https://data.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[463] Eskişehir Milletvekili Komisyon Başkanı Fatih Dönmez'in 13 Mayıs 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

2.1.2.1 YZ Ekosisteminde Ortaya Çıkan Yeni Meslekler

YZ alanındaki gelişmeler, iş gücü piyasasında daha önce hiç var olmamış meslekleri beraberinde getirmiştir. Veri bilimci, makine öğrenmesi mühendisi, YZ etiği uzmanı, büyük veri mühendisi, robotik süreç otomasyonu (RPA) geliştiricisi gibi uzmanlıklar günümüzün aranan meslekleri arasındadır. Özellikle veri bilimci ve makine öğrenmesi uzmanları, şirketlerin ve kurumların YZ projelerini hayata geçirmede kilit rol oynar hale gelmiştir. LinkedIn ve benzeri platformlardaki iş ilanlarında, bu alanlardaki taleplerin son yıllarda katlanarak arttığı gözlenmektedir. Dünya Ekonomik Forumu'nun (World Economic Forum-WEF) 2023 "Geleceğin Meslekleri" raporu da YZ ve makine öğrenmesi uzmanlarını en hızlı büyüyen meslek grubu olarak zirveye taşımıştır.[464] Rapora göre, önümüzdeki beş yılda en çok talep artışı beklenen roller arasında Veri Analistleri ve Bilimcileri, Yapay Zekâ Uzmanları ve Yazılım ve Uygulama Geliştiricileri bulunmaktadır. Bu roller, teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle önemli bir büyüme potansiyeline sahiptir. İşverenler, bu alanlardaki yeteneklere yönelik artan bir ihtiyaç öngörmektedir.

YZ teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, iş dünyasında yalnızca teknik pozisyonlarla sınırlı kalmayan, çok daha kapsamlı bir profesyonel roller ekosistemine zemin hazırlamış olup, bu gelişen ekosistemin teknik uzmanlıkların ötesinde stratejik, etik ve yasal boyutları da içeren multidisipliner bir yapıya doğru evrildiği gözlemlenmektedir. YZ ürün yöneticileri, organizasyonların YZ tabanlı ürün ve hizmet stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynarken, teknoloji ve pazar dinamikleri arasında köprü kurarak YZ çözümlerinin kurumsal hedeflerle uyumlu şekilde konumlandırılmasına destek vermektedir. Eşzamanlı olarak, YZ iş geliştirme uzmanları kurumların YZ yatırımlarından elde ettikleri değeri maksimize etmeye odaklanarak potansiyel iş fırsatlarını belirlemekte ve stratejik ortaklıklar geliştirmektedir.

Teknolojik gelişmelere paralel olarak YZ uygulamalarının etik, adil ve yasal çerçevelere uygunluğunu sağlama ihtiyacı da belirgin şekilde artmış olup, YZ etik uzmanları algoritmaların tasarımından uygulanmasına kadar tüm süreçlerde etik prensiplerin gözetilmesini sağlamaktadır. YZ sistemlerinin önyargılardan arındırılmış, kapsayıcı ve adil kararlar almasını temin etmek amacıyla kapsamlı denetim mekanizmaları geliştirme çalışmaları da sürmektedir. Bünyesinde YZ etik sorumlusu bulunan kurumlar, geliştirilen algoritmaların toplumsal ve demografik önyargılar barındırmadığını doğrulamak üzere sistematik değerlendirme protokolleri tasarlarken, YZ yasal danışmanları giderek

[464] World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

karmaşıklaşan YZ regülasyon ortamında organizasyonlara yol göstererek veri gizliliği düzenlemeleri, fikri mülkiyet hakları ve sektöre özgü yasal gereklilikleri analiz etmekte ve kurumların YZ uygulamalarının mevzuata uygunluğunu garanti altına almak için çalışmalar gerçekleştirmektedir.[465] YZ ekosistemindeki profesyonel roller spektrumu, teknolojinin olgunlaşmasıyla birlikte sürekli genişlemekte ve derinleşmekte olup, teknik uzmanlıkların yanı sıra stratejik, etik ve yasal boyutları kapsayan bu çok-disiplinli yaklaşım, YZ teknolojilerinin sürdürülebilir ve sorumlu bir şekilde benimsenmesi için elzem olduğundan, organizasyonlar bu çok yönlü uzmanlık alanlarını bünyelerine dâhil ederek YZ çözümlerinin sunduğu fırsatlardan maksimum değeri elde ederken potansiyel riskleri de etkin bir şekilde yönetebilmek için geliştirilmektedir.

YZ ekosistemindeki bu yeni meslekler, beraberinde istihdam potansiyelini de getirmektedir. WEF'in Geleceğin İşleri raporunda yer alan mevcut eğilimlere göre, 2025-2030 dönemi boyunca yapısal işgücü piyasası dönüşümü nedeniyle iş yaratımının ve yıkımının, bugünkü toplam işlerin %22'sine denk geleceği öngörülmektedir.[466] Bu öngörü, toplam mevcut istihdamın %14'üne eşdeğer yeni işlerin yaratılabilmesi ve 170 milyon işe denk geleceği savunulmaktadır. Ancak bu büyümenin, mevcut işlerin en az %8'ini (veya 92 milyon) ortadan kaldırmasına yol açması beklenmektedir. Bu analiz toplam istihdamın %7'lik net bir büyümesi (78 milyon iş) anlamına gelmekte ancak bu başarının sağlanması için kaynak erişimi sağlanması, insan gücünün yetişmesi vb koşullarının gerçekleşmesinin hayati bir zorunluluk olduğu da göz önünde bulundurulmaktadır.

Türkiye açısından bakıldığında, YZ ekosisteminde yeni mesleklerin gelişimi stratejik önem taşımaktadır. UYZS, bu alanda nitelikli insan kaynağını artırmak üzere somut hedefler koymuştur: 2025 yılı sonuna kadar YZ alanında 50.000 kişilik istihdam yaratılması ve 10.000 lisansüstü mezun verilmesi bunlar arasındadır.[467] Bu hedefler, YZ ile ilgili meslekleri icra edecek uzman sayısını çoğaltmayı amaçlamaktadır. Hâlihazırda Türkiye'de veri bilimci, YZ mühendisi gibi pozisyonlara talep çok yüksek olup, üniversitelerin ilgili bölümlerinden mezun sayısı talebi karşılamada yetersiz kalmaktadır.[468, 469] Ayrıca çeşitli alanlarda da YZ sisteme

[465] Bahangulu, J.K. ve Owusu-Berko, L., (2025). Algorithmic bias, data ethics, and governance: Ensuring fairness, transparency and compliance in AI-powered business analytics applications. World Journal of Advanced Research and Reviews. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.2.0571.

[466] World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[467] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[468] Ünker, P. (2023). Yapay zeka: Türkiye'yi 2024'te ne bekliyor? DW. https://www.dw.com/tr/yapay-zeka-t%C3%BCrkiyeyi-2024te-ne-bekliyor/a-67814728 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

destekli dikey uzman ihtiyacı da bulunmakta ve bu konuda da yetişmiş yeterli uzman kapasitesi bulunmaktadır. Bu yüzden kamu ve özel sektör; YZ eğitim programları, bootcamp'ler ve sertifika kurslarıyla hızlandırılmış insan kaynağı yetiştirme projelerine yönelmiştir. Örneğin birçok STK ve özel şirket, YZ ve veri analitiği alanında gençlere yönelik eğitim kampları düzenlemektedir.

Özetle, YZ teknolojilerinin yükselişi ile ortaya çıkan yeni meslekler, ekonomide katma değeri yüksek iş imkânları sunmakta ve ülkelerin rekabetçiliğine katkı yapmaktadır. Bu meslekler, aynı zamanda mevcut işlerin dönüşümünü de beraberinde getirdiğinden, iş gücünün sürekli öğrenme ve kendini yenileme ihtiyacını ortaya koymaktadır. YZ çağında başarılı olmak isteyen bireyler ve toplumlar, bu yeni mesleklere yönelik becerileri kazanmayı ve adapte olmayı öncelik haline getirmelidir. Aksi halde YZ ekosistemi kazanımlarını elde etmek mümkün olmamaktadır.

2.1.2.2 Veri Ekonomisinde Değer Yaratma

YZ, verinin ekonomik bir girdi olarak önemini dramatik biçimde artırmış ve "veri ekonomisi" denilen alanı ön plana çıkarmıştır. Veri ekonomisi, üretilen büyük hacimli verinin işlenerek anlamlı bilgiye dönüştürülmesi ve bu bilginin ekonomik değer yaratacak şekilde kullanılması anlamına gelir. YZ teknolojileri, tam da bu dönüşümün kalbinde yer alarak ham veriyi işleyip değerli içgörülere, ürünlere ve hizmetlere çevirebilmektedir. Böylece veri, tıpkı bir emtia gibi işlenip satılabilen veya işlenip kullanılarak tasarruf ve gelir sağlanabilen bir varlık haline gelmektedir.

Son yıllarda veri ekonomisinin büyüklüğü hızla artmaktadır. AB için yapılan projeksiyonlar, AB27 veri ekonomisinin 2018'de 301 milyar avro seviyesindeyken 2025 yılı sonu itibarıyla 829 milyar avro'ya ulaşacağını öngörmektedir.[470] Bu, toplam AB GSYİH'sinin yaklaşık %5'inden fazlasına denk gelen muazzam bir büyüklüktür ve verinin ne derece önemli bir ekonomik değer haline geldiğini göstermektedir. Benzer şekilde, küresel ölçekte de veri ekonomisinin önümüzdeki yıllarda trilyonlarca dolarlık boyuta ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu büyüme; verinin toplanması, depolanması, işlenmesi ve dağıtılması süreçlerinde faaliyet gösteren yeni endüstrilerin doğuşunu hızlandırmıştır. Bulut bilişim

[469] Hangül, H. (2024). Yapay zekâ mühendisleri karaborsa. Dünya Gazetesi. https://www.dunya.com/sektorler/teknoloji/yapay-zeka-muhendisleri-karaborsa-haberi-719805 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[470] European Commission. (2023). The European Data Strategy. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

hizmetleri, veri merkezleri, veri analitiği yazılımları, veri brokerları gibi alt sektörler, doğrudan verinin ekonomik değerinden beslenen ve son yıllarda büyük ivme kazanan alanlardır.

Veri ekonomisinde değer yaratmanın temel yollarından biri, büyük veri analitiği yoluyla veriden çeşitli içgörüler elde etmektir. Şirketler ellerindeki müşteri verileri, üretim verileri veya pazar verileri üzerinde gelişmiş analizler yaparak daha iyi stratejiler geliştirebilmekte ve böylece rekabet avantajı elde edebilmektedir. Veri liderlerinin %66'sı, verinin ve analitiğin organizasyonlarındaki inovasyon süreçlerinde kritik rol oynamaktadır.[471] Büyük veri kullanan şirketler bütçelerinin %55'ini BT çözümlerine ayırırken, kuruluşların %52'sinin büyük veri projelerini proje bazlı finansman yoluyla desteklendiği görüşü bulunmaktadır. Ekonomik belirsizliklere rağmen, veri liderlerinin %56'sı 2023'te büyük veri ve analitik bütçelerinin artacağını bildirmiş ve %78'i 2024 yılına doğru yatırımlarda artış olacağını öngörmüştür. Veri odaklı organizasyonlar müşteri kazanımında 23 kat, müşteri sadakatinde 6 kat ve kârlılıkta 19 kat başarılı artış göstermiş, büyük veriyi etkin kullanan işletmeler gelirlerinde %8 artış ve giderlerinde %10 azalma olduğunu bildirmiştir. Organizasyonların veri yönetimine verdiği önem, tüm veri liderlerinin (%100) veri yönetimi yeteneklerine yatırım yapma planları olmasıyla kanıtlanırken, veri liderlerinin %62,3'ü YZ teknolojilerini öncelikli organizasyonel hedef olarak görmektedir. Şirketlerin büyük veri kullanımından kaynaklanan başlıca faydalar arasında daha iyi stratejik kararlar (%69), operasyonel süreçlerin iyileştirilmesi (%54) ve müşteri anlayışının geliştirilmesi (%52) yer almaktadır.

Veri ekonomisindeki değerin bir diğer kaynağı, verinin paylaşılması ve ticareti olabilmektedir. Birçok şirket, anonimleştirilmiş kullanıcı verilerini veya sensör verilerini başka şirketlere satmak suretiyle ek gelir akışları yaratmaktadır. Örneğin otomotiv sektörü, araçlardan toplanan sürüş verilerini harita hizmeti sağlayıcılarına veya akıllı şehir planlamacılarına satarak hem yeni bir gelir kalemi oluşturmakta hem de ekosisteme fayda sağlamaktadır. Bunun için ortaya çıkan veri pazaryerleri, farklı kurumlardan gelen verilerin standart formatlarda buluştuğu ve alışverişinin yapıldığı platformlar olarak gelişmektedir. AB'nin üzerinde çalıştığı ortak veri alanları girişimi de benzer şekilde, verinin daha geniş bir

[471] Edge Delta. (2024). Break Down the Figures: What Percentage of Companies Invest in Big Data? Ideas. https://edgedelta.com/company/blog/what-percentage-of-company-invest-in-big-data (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kesim tarafından kullanılabilmesini ve böylelikle daha çok değer üretilmesini hedefler.[472] Türkiye'de de yakın dönemde kamu verisinin paylaşımını artırmaya yönelik açık veri stratejileri, portalleri ve projeleri gibi adımlar atılmaktadır; bu da veri ekonomisinin gelişimini desteklemektedir.

YZ, veri ekonomisinin gelişmesinde hem bir araç hem de bir çıktıdır. Bir yandan veriler YZ algoritmalarını besleyerek onların daha akıllı hale gelmesini sağlarken, diğer yandan YZ algoritmaları yeni veriler üretebilmekte (örneğin üretken YZ'lar yeni sentezlenmiş veriler, görseller üretebilir) ve mevcut veriden daha fazla değer türetebilmektedir. Üretken YZ çağında bu etkileşim daha da önem kazanmıştır; zira büyük dil modelleri gibi YZ uygulamaları devasa veri kümeleri üzerinde eğitilmekte ve insanlara sayısız kullanım senaryosunda hizmet vermektedir. Bu döngüde verinin kalitesi ve zenginliği, ekonomik değerin nihai belirleyicilerinden biri olmaktadır. Dolayısıyla şirketler veri toplama ve yönetimine stratejik bir varlık gözüyle yaklaşmaya başlamışlardır.

Türkiye açısından, veri ekonomisinde değer yaratma kabiliyetini artırmak önem taşımaktadır. Türkiye'deki şirketlerin önemli bir kısmı dijital dönüşüm sürecinde veri toplamaya başlamış olsa da, bu veriyi ileri analizlerle değere dönüştürme olgunluğu henüz gelişme aşamasındadır. Son yıllarda bankacılık, telekom, perakende gibi sektörlerde büyük veri analitiği yatırımları artmış; bazı şirketler müşteriye özel kampanyalar, dinamik fiyatlama, lokasyon bazlı hizmet gibi yeniliklerle verinin ekonomik getirisini artırmıştır. Ancak KOBİ düzeyinde veri okuryazarlığı ve teknolojik altyapı eksiklikleri nedeniyle veri ekonomisinden tam fayda sağlama konusunda kat edilmesi gereken mesafe bulunmaktadır. UYZS'de veriye erişim ve veri paylaşımı konusundaki iyileştirmeler, bu nedenle kritik görülmüş ve "kaliteli veriye kolay erişim" bir öncelik olarak belirlenmiştir.[473]

Veri ekonomisinde değer yaratma, YZ sayesinde hız kazanan ve her geçen gün büyüyen bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanda başarılı olmak, verinin toplanmasından işlenmesine, saklanmasından güvenliğine kadar bir dizi unsuru gerektirir. Hem küresel hem de ulusal düzeyde, veri ekonomisinin gelişimi yeni iş modellerini tetiklemekte, inovasyonu beslemekte ve ekonomik büyümeye kayda değer katkılar sunmaktadır.

---

[472] European Commission. (2023). The European Data Strategy. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[473] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.1.2.3 YZ Tabanlı Girişimlerin Ekosistemi

YZ alanındaki hızlı teknolojik ilerleme ve geniş uygulama imkanları, dünya genelinde bir girişim patlamasına yol açmıştır. Özellikle son 5-10 yılda binlerce yeni girişim YZ tabanlı ürün ve hizmetler geliştirmek üzere kurulmuştur. Bu girişimler, sağlık teknolojilerinden finansal teknolojilere, tarım teknolojilerinden eğitim teknolojilerine kadar neredeyse her sektörde faaliyet göstermekte ve yenilikçi çözümler sunmaktadır. Küresel olarak YZ girişimlerine yapılan yatırım tutarları da bu alandaki ekosistemin büyüklüğünü ortaya koyar niteliktedir. 2021 yılında küresel YZ girişim yatırımları bir önceki yıla göre ikiye katlanarak 66 milyar dolar bandını aşmış ve rekor kırmıştır. O yıl, 65 adet YZ girişimi "unicorn" mertebesine (1 milyar dolar üstü değerleme) çıkarak bir önceki yıla göre %442 artış göstermiştir.[474] Bu rakamlar, 2021'in bir dönüm noktası olduğunu ve YZ girişimciliğinde adeta bir altın çağ yaşandığını göstermektedir.

Her ne kadar 2022 yılında küresel makroekonomik koşullar nedeniyle teknoloji yatırımlarında bir miktar yavaşlama görülse de YZ girişimlerine ilgi orta vadede artarak devam etmiştir. 2023 verileri, YZ odaklı girişimlerin yatırım alımında yeniden yükselişe geçtiğine işaret etmektedir. Crunchbase'in analizine göre 2023 yılında dünya çapında YZ girişimleri yaklaşık 50 milyar dolar yatırım çekmiş, bu tutar 2022'ye göre %9 artışa tekabül etmiştir.[475] 2024'ün ilk yarısında ise büyük dil modelleri ve üretken YZ alanındaki heyecanla birlikte yatırım miktarlarında patlama yaşanmış; yılın sadece ilk yarısında 100 milyar doların üzerinde fon akışı gerçekleşmiştir. Bu trend, YZ girişimlerinin artık ana akım yatırımcı kitlesi tarafından da yoğun şekilde desteklendiğini ve ekosistemin olgunlaşma yolunda olduğunu göstermektedir.

YZ girişimleri ekosisteminin önemli bir özelliği, coğrafi olarak belirli merkezlerde yoğunlaşmasıdır. ABD (özellikle Silikon Vadisi), Çin (Pekin, Shenzhen gibi merkezler), Kanada (Toronto, Montreal) ve Avrupa'nın bazı şehirleri (Londra, Berlin, Paris) YZ girişimlerinin kümelendiği başlıca bölgelerdir. Bu merkezlerde üniversiteler, araştırma kurumları, risk sermayesi fonları ve büyük şirketler arasında sıkı bir işbirliği ağı mevcut olup, girişimlerin doğup büyümesi için elverişli bir ortam sunulmaktadır. YZ girişimciliği ekosisteminde başarı, genellikle yetkin insan kaynağı, finansmana erişim, mentorluk ve büyük

[474] US Commercial Service. (2021). Top Global Artificial Intelligence Markets. https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-05/Top%20Global%20AI%20Markets%20Report%204.20%20%282%29%20%281%29.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[475] Teare, G. (2024). Global Startup Funding In 2023 Clocks In At Lowest Level In 5 Years. Crunchbase News. https://news.crunchbase.com/venture/global-funding-data-analysis-ai-eoy-2023 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

müşteri pazarına yakınlık gibi faktörlere bağlıdır. Bu unsurların iyi birleştiği yerlerde girişimler hızla küresel ölçeğe çıkabilmektedir.

Türkiye de YZ girişimleri ekosisteminde son yıllarda önemli adımlar atmaktadır. Türkiye'de yer alan ve aktif ekosistem aktörleri tarafından oluşturulan sivil toplum kuruluşları ve platformlar, ülkedeki YZ girişimlerini bir araya getirerek bilgi paylaşımı ve işbirliği platformları sunmaktadır. 2024 yılı itibarıyla, sadece İstanbul'da YZ ürünü veya hizmeti geliştiren 350'den fazla girişimin faaliyet gösterdiği ve İstanbul'daki YZ pazar büyüklüğünün tahminen 500 milyon ABD doları civarında olduğu belirtilmektedir.[476] Türkiye çıkışlı bazı YZ girişimleri önemli küresel başarılar elde etmiştir.

Kamu otoritesi de YZ girişim ekosistemini desteklemeye odaklanmıştır. UYZS'de "girişim ağları, teknoloji geliştirme ve kuluçka merkezleriyle işbirlikleri güçlendirilecek, YZ odaklı girişim sermayesi fonları etkinleştirilecek" denilerek bu alanda somut politikaların altı çizilmektedir.[477] Devletin yetkili kurumları YZ içerikli projelere hibe ve teşvikler vermekte; Teknoparklarda YZ girişimlerine özel programlar geliştirilmektedir. Bu destekler sayesinde son birkaç yılda YZ girişimi sayısı ve niteliğinde önemli bir artış gözlenmektedir.

Özetle, YZ tabanlı girişimlerin ekosistemi giderek genişlemekte ve hem yeni ekonomik değer yaratılmakta hem de geleneksel sektörlere teknoloji transferine aracılık edilmektedir. Girişimciler, YZ'nin sağladığı imkânlarla büyük şirketlerin çözemediği niş sorunlara yenilikçi çözümler getirebilmekte ve kısa sürede büyüyerek ekonomide önemli oyuncular haline gelebilmektedir. Bu ekosistemin sürdürülebilir büyümesi ise finansmana erişim, yetenek gelişimi ve uygun düzenleyici ortam gibi unsurların sağlanmasına bağlı olacaktır.

2.1.2.4 Teknoloji Transferi ve Yerli Teknoloji Gelişimi

YZ ekosisteminde teknoloji transferi ve yerli teknolojinin geliştirilmesi, sürdürülebilir ekonomik kazanımlar için stratejik önemdedir. Teknoloji transferi, bir ülkede veya kurumda geliştirilen YZ teknolojilerinin diğer bir ülke veya kuruma aktarılması; ya da akademik araştırmaların sanayiye aktarılması anlamında kullanılabilir. Her iki boyutta da etkin teknoloji transferi mekanizmaları, YZ yetkinliklerinin geniş bir alana yayılmasını ve "yeniden keşif" için zaman ve kaynak israfının önlenmesini sağlar.

---

[476] İstanbul Kalkınma Ajansı. (2025). YZ Teknolojileri Mali Destek Programı. https://www.istka.org.tr/Archive/Content/345bc8ef75ea146c6380b996b1627e4122a23617.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[477] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Akademi-sanayi iş birliği, YZ alanında yerli teknoloji geliştirilmesinin temelini oluşturur. Üniversitelerde üretilen bilgi ve geliştirilen algoritmaların ticarileşerek ürünleşmesi için etkin bir işbirliği ortamına ihtiyaç vardır. Pek çok ülkede bu amaçla YZ araştırma merkezleri kurulmuş ve bu merkezler aracılığıyla buluşların şirketlere lisanslanması veya ortak Ar-Ge projeleri yapılması sağlanmaktadır. Örneğin, Kanada'daki Vector Institute veya Almanya'daki DFKI (Alman YZ Araştırma Merkezi) gibi kurumlar, akademik birikimi sanayiye aktarma konusunda diğer birçok ülke tarafından model alınan yapılardır. Bu merkezlerde yetişen uzmanlar da sıkça girişimlere katılmakta veya şirketlerde Ar-Ge pozisyonlarına geçerek "insan yoluyla teknoloji transferi" gerçekleştirmektedir.

Yerli teknoloji gelişimi için bir diğer kritik unsur, uluslararası bağımlılığı azaltacak ölçüde kendi YZ altyapı ve araçlarımızı geliştirebilmektir. Örneğin büyük ölçekli YZ sistemleri genellikle yüksek hesaplama gücü gerektirir ve çoğunlukla yurt dışı kaynaklı bulut platformlarında çalıştırılır. Yerli bulut altyapıları ve süper bilgisayar yatırımları, uzun vadede bu alanda stratejik özerklik sağlayabilir. Aynı şekilde, YZ ile ilgili kütüphane ve çerçevelerin geliştirilmesi de önemlidir; şu an dünyada popüler olan TensorFlow, PyTorch gibi kütüphaneler yabancı menşeilidir. Türkiye gibi ülkeler, açık kaynak toplulukları üzerinden bu teknolojilere katkı vererek veya belirli niş alanlarda kendi araçlarını geliştirerek teknolojik bağımlılığı azaltabilir.

Sanayiye yönelik teknoloji transferinde Teknoparklar ve kuluçka merkezleri önemli rol oynamaktadır. Türkiye'de teknoparklar içindeki kuluçka programlarında üniversite menşeili pek çok YZ girişimi filizlenmektedir. Ancak teknoloji transferinin bir diğer yönü de uluslararası firmalardan know-how almak şeklindedir. Çok uluslu teknoloji şirketlerinin Ar-Ge merkezlerini Türkiye'ye çekmek veya ortak projeler yürütmek, yerli mühendislerin güncel YZ teknolojilerine vakıf olması açısından faydalıdır. Yine, yurtdışında yaşayan başarılı Türk YZ uzmanlarının bilgi ve deneyimlerini ülkeye aktarması (tersine beyin göçü veya diaspora network'leri aracılığıyla) yerli kapasitenin gelişimine katkı sağlamaktadır.

İstanbul Kalkınma Ajansı'nın 2025 yılında yayınladığı "Yapay Zekâ Teknolojileri" başlıklı çalışmada, Türkiye'de büyük ölçekli şirketlerin operasyonel ortam açısından YZ'yi uygulamaya koyma konusunda iyi bir potansiyele sahip olduğu; ancak Ar-Ge, ticarileştirme ve beceri geliştirme boyutlarında diğer ülkelere kıyasla geride kalındığı vurgulanmıştır.[478] Bu tespit, teknoloji transferi ve yerli geliştirme süreçlerinin daha etkin kurgulanması ihtiyacına

[478] İstanbul Kalkınma Ajansı. (2025). YZ Teknolojileri Mali Destek Programı. https://www.istka.org.tr/Archive/Content/345bc8ef75ea146c6380b996b1627e4122a23617.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

işaret etmektedir. 2024 yılına ait bir raporda, ülkemizin güçlü operasyonel altyapısına rağmen Ar-Ge, ticarileşme ve beceri geliştirme konularında diğer ülkelerle kıyaslandığında eksiklikler bulunduğunu ortaya koymaktadır.[479] Raporda, büyük ölçekli şirketlerin yaklaşık %19'unun yapay zekâ teknolojilerini uygulamaya geçirdiği belirtilirken, bu durum Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecinde önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Buna karşın, KOBİ'lerde yapay zekâ kullanımının sadece %5 seviyesinde kalması, bu alanda ciddi bir gelişme potansiyeli ve atılması gereken mesafe olduğunu göstermektedir. Ayrıca, AB ülkelerinde büyük şirketler ve KOBİ'lerde yapay zekâ uygulama oranlarının sırasıyla %30 ve %7 olarak tespit edilmesinin yanı sıra, üretken yapay zekânın çalışanların %55'inde kapasite, nitelik ve verimlilik artışı sağlayarak üretkenliği önemli ölçüde yükseltmesi beklenmekte, bu da iş gücünün yapay zekâ çağının gerektirdiği becerilerle donatılmasının elzem olduğunu ortaya koymaktadır.

YZ ekosisteminde kalıcı ekonomik kazanımlar sağlayabilmek için teknoloji transferini etkinleştirmek ve yerli teknolojiyi geliştirmek şarttır. Böylece dışa bağımlılık azaltılarak yerli katma değer yükseleceği gibi, teknoloji ithal eden konumdan daha fazla ihraç eden konuma gelmek de mümkün olacaktır. Türkiye'nin üniversiteler, şirketler ve kamu kurumlarının iş birliğiyle bu alandaki atılımları, uzun soluklu ve çok paydaşlı bir çabanın ürünü olacaktır.

2.1.2.5 Risk Sermayesi ve Finansman Mekanizmaları

YZ odaklı girişimcilik ekosisteminin büyümesinde risk sermayesi (VC-venture capital) ve diğer finansman mekanizmalarının rolü kritiktir. Yüksek teknoloji alanlarındaki girişimler, genellikle büyüme aşamalarında önemli miktarda sermayeye ihtiyaç duyarlar ve bu sermayeye erişimin kolaylığı, inovasyonun hızını belirleyen başlıca faktörlerden biridir. Son yıllarda YZ sektörü, risk sermayesi fonlarının en çok ilgi gösterdiği alanlardan biri haline gelmiştir. Bu büyüme trendi 2020'lerin başında sürmüş; hatta 2021 yılında YZ yatırımları rekor seviyelere ulaşmıştır ve 2021'de VC destekli YZ yatırımları yaklaşık 67 milyar dolar ile zirve yapmıştır.[480]

Risk sermayesi fonları, YZ girişimlerine sadece sermaye sağlamakla kalmaz, aynı

[479] Implement Consulting Group. (2024). YZ'nin Türkiye'deki Ekonomik Potansiyeli Raporu. https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/%C3%9Cretken-yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99deki-ekonomik-potansiyeli/Yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99-deki-ekonomik-potansiyeli.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[480] US Commercial Service. (2021). Top Global Artificial Intelligence Markets. https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-05/Top%20Global%20AI%20Markets%20Report%204.20%20%282%29%20%281%29.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

zamanda mentorluk, network ve stratejik yönlendirme gibi konularda da destek olur. Silikon Vadisi'nde büyük başarıya ulaşmış birçok YZ şirketi, erken aşamada aldıkları risk sermayesi yatırımları sayesinde AR-GE'ye odaklanabilmiş ve hızlı büyüme yakalayabilmiştir. Bu açıdan, sağlıklı bir girişimcilik ekosistemi için yerli ve yabancı risk sermayesi fonlarının çeşitliliği ve büyüklüğü büyük önem taşır. Örneğin ABD'de YZ ve derin teknoloji odaklı pek çok ihtisaslaşmış VC fonu ortaya çıkmıştır. Çin hükümeti de kamu destekli fonlarla yerli YZ girişimlerine milyarlarca dolarlık kaynak aktarmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisinin raporuna göre, Türkiye'deki girişim sermayesi ekosistemi, 2018-2024 yılları arasında toplam büyüklüğü 1 milyar doları aşan 399 Girişim Sermayesi Yatırım Fonu (GSYF) kuruluşuyla önemli bir büyüme kaydetmiştir. Aynı dönemde, akredite melek yatırımcı sayısı 2024 yılı sonu itibarıyla 621'e ulaşmış ve 26 melek yatırımcı ağı faaliyet göstermiştir. Yapay zekâ alanında ise Türkiye'de 803 aktif yapay zekâ girişimi bulunmakta olup, 2024 yılında 75 yapay zekâ girişimi yatırım almıştır.[481] Bu veriler, Türkiye'nin hem geleneksel hem de yeni nesil yatırım araçları ve odak alanlarıyla dinamik bir ekosistem oluşturduğunu göstermektedir. Diğer bir rapora göre, 2024 yılı itibarıyla yapay zekâ pazarlama ve satış, iş geliştirme, üretim ve malzeme, e-ticaret, sağlık ve biyoteknoloji ve tarım teknolojileri gibi çeşitli dikey alanlarda entegre çözümler sunarak destekleyici bir teknoloji rolü üstlenmektedir. Sağlık ve biyoteknoloji sektöründe gerçekleştirilen 126 yatırımdan 21'inin özel sektörden gelmesi, bu alandaki erken aşama girişimlerin sayısının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. YZ hizmetleri sunan 91 girişimin yatırım alması ve bunun 68'inin özel sektör tarafından desteklenmesi, sektöre duyulan yüksek ilgi ve yatırımcı katılımının altını çizmektedir. Toplam fonlama tutarı açısından, YZ ile pazarlama & satış alanlarının birleşimi 715 milyon dolar ile listenin zirvesinde yer alarak 2024 yılının yatırım ekosistemindeki kayda değer etkisini gözler önüne sermektedir.[482] Elbette girişimcilik finansmanı ekosistemi, son dönemde önemli ilerlemeler kaydetse de önemli bir gelişme potansiyelini de bünyesinde barındırmaktadır. YZ projeleri için hibe programları, Ar-Ge teşvikleri, kredi ve proje finansmanı gibi diğer enstrümanlar da devrededir. AB, Ufuk Avrupa gibi programlarla YZ araştırma ve yenilik projelerine büyük hibeler ayırmaktadır. Türkiye'de TÜBİTAK, YZ içeren projelere destek veren programlar

[481] Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. (2024). The State of Turkish Startup Ecosystem. Invest in Türkiye. https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/the-state-of-turkish-startup-ecosystem.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[482] Startup Centrum. (2024). Türkiye Startup Ekosistemi Yatırım Raporu. https://www.turcorn.gov.tr/upload/Node/100092/files/2024-Turkiye-Startup-Ekosistemi-Yatirim-Raporu.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yürütmektedir. TÜBİTAK, girişimcilerin teknoloji ve yenilik odaklı iş fikirlerini hayata geçirmesi için 1512 Girişimcilik Destek Programı (BiGG)[483] ve 1812 Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı (BiGG Yatırım)[484] programları aracılığıyla girişimcilik ekosistemine stratejik katkılar sağlamaktadır. BiGG programı, girişimcilerin fikir aşamasından pazara geçiş süreçlerinde mentorluk, eğitim ve teknik destek sunarak nitelikli girişimciliğin gelişimini teşvik etmektedir. Program; iş fikrinin doğrulanması, iş planının hazırlanması ve ticarileşme süreçlerinin çok aşamalı bir yapıda desteklenmesi ile ekosistemde sinerji yaratmaktadır. BiGG Yatırım destek programı ise, girişimcilerin oluşturduğu iş fikirlerini yatırım ve hibe desteği ile ticarileşmeye taşıyarak, uluslararası rekabete hazır teknoloji tabanlı şirketlerin kurulmasına odaklanmaktadır. Her iki program da girişimcilere hem stratejik hem de finansal destek sağlayarak, Türkiye'de yenilikçi ve yüksek teknoloji düzeyine sahip ürün ve hizmetlerin geliştirilmesine öncülük etmektedir. BİGG Programı, YZ alanında da önemli katkılar sağlamıştır. 2012 yılından itibaren, program desteğiyle 477 adet YZ odaklı teknogirişim firması kurulmuş olup, bunlardan 373'ü projelerini başarıyla tamamlamıştır. Son 12 yılda YZ alanında kurulan 477 adet teknoloji girişimine (2025 yıl sabit fiyatlarıyla) yaklaşık 539 Milyon lira destek sağlanmıştır.[485] TÜBİTAK'ın tüm destek programları, girişimcilik ekosisteminde iş dünyası, akademi ve kamu arasında güçlü iş birlikleri oluşturarak ekosistemin sürdürülebilir gelişimine önemli katkılar sunmaktadır.

Risk sermayesi ekosisteminde son dönemde görülen bir diğer eğilim de kurumsal risk sermayesi (CVC) yatırımlarının artmasıdır. Büyük şirketler, kendi bünyelerinde veya iştirak olarak kurdukları fonlarla YZ girişimlerine yatırım yapmaktadır. Bu yöntemle hem finansal getiri hedeflenir hem de şirketler stratejik olarak bu girişimlerin teknolojilerinden faydalanmayı amaçlar. Örneğin global ölçekteki teknoloji devleri birçok YZ start-up'ına yatırım yapmış veya satın almıştır. Türkiye'de de bankalar, telekom operatörleri gibi bazı büyük kurumlar CVC birimleri kurup erken aşama teknoloji şirketlerini portföylerine katmaya başlamıştır. Bu durum, YZ girişimleri için alternatif bir finansman ve çıkış (exit) yolu sunar.

Özetle, YZ alanındaki yeni iş fırsatlarının realize edilebilmesi için finansman erişimi hayati önemdedir. Risk sermayesi fonları ve diğer finansman mekanizmaları, YZ

[483] TÜBİTAK. (2025). 1512 - Girişimcilik Destek Programı (BiGG). https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1512-girisimcilik-destek-programi-bigg (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[484] TÜBİTAK. (2025). 1812-Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı (BiGG Yatırım). https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1812-yatirim-tabanli-girisimcilik-destek-programi-bigg-yatirim (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[485] Alp Eren Yurtseven'in 3 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

girişimlerinin ihtiyaç duyduğu büyüme sermayesini sağlayarak inovasyon döngüsünü hızlandırırlar. Türkiye gibi ülkelerde bu alandaki politikalar ve piyasa dinamikleri geliştikçe, daha fazla YZ girişiminin büyük ölçekli başarı hikâyelerine imza atması beklenmektedir. Kamu desteği, özel sektör fonları ve uluslararası kaynaklar doğru harmanlandığında, YZ girişimciliği güçlü bir ekonomik motor haline gelebilir.

2.1.2.6 Girişimcilik Ekosistemine Destek Mekanizmaları

YZ ve genel olarak teknoloji girişimciliğinin gelişmesi için finansman kadar önemli bir diğer boyut, destekleyici ekosistem mekanizmalarının varlığıdır. Girişimcilik ekosistemi destek mekanizmaları; girişimcilerin ihtiyaç duyduğu eğitim, mentorluk, network, altyapı, mevzuat kolaylığı gibi unsurları kapsar. Bu mekanizmalar sayesinde, bir fikrin olgunlaşıp başarılı bir şirkete dönüşme ihtimali artar. YZ gibi ileri teknoloji alanlarında, destek mekanizmaları özellikle kritiktir; çünkü bu alanlarda girişimcilerin karşılaştığı bilgi, insan kaynağı ve pazara giriş bariyerleri daha yüksektir. Bu bariyerlerin aşılmasını sağlayacak önlemler, önemli bir katma değer yaratacak, yeni fırsatları beraberinde getirerek büyük ekonomik kazanımların yolunu açacaktır.

Kuluçka merkezleri ve hızlandırıcı programlar, girişimcilik ekosisteminin vazgeçilmez destek unsurlarındandır. Üniversiteler, teknoparklar veya özel kuruluşlar bünyesinde faaliyet gösteren bu programlar, seçilen girişimlere ofis alanı, temel sermaye, eğitim ve mentorluk sağlayarak ilk aşamaları daha kolay atlatmalarına yardımcı olur. Örneğin, bir YZ girişimi kuluçka programı kapsamında tecrübeli bir teknik mentor ve iş geliştirme mentorundan düzenli danışmanlık alabilir, diğer girişimlerle etkileşim halinde öğrenme eğrisini hızlandırabilir. Türkiye'de de son yıllarda birçok hızlandırıcı program başlatılmıştır. Örneğin Bilişim Vadisi Yapay Zekâ Hızlandırma Programı; veri analitiği, doğal dil işleme, otonom sistemler, YZ destekli robotik ve tahminsel analiz gibi alanlarda faaliyet gösteren yenilikçi girişimlerin projelerine ivme kazandırmayı amaçlamaktadır.[486] Program, sektörüne özel mentorluk, eğitim ve network imkânları sağlayarak girişimlerin hızlı büyümesi ve pazara etkin giriş yapabilmesi için kapsamlı destek sunmaktadır. Diğer programlar arasında YZ temalı etkinlikler, hackathonlar ve eğitim kampı formatları da yer almaktadır.

İnsan kaynağı geliştirme ve eğitim desteği, girişimcilik ekosisteminin belki de uzun vadede en önemli parçasıdır. YZ girişimlerinin başarılı olması için iyi eğitilmiş mühendislere, veribilimcilere ve vizyoner girişimcilere ihtiyaç vardır. Bu da eğitim kurumlarının ve mesleki

[486] Bilişim Vadisi. (2024). Hızlandırma Programları. https://bilisimvadisi.com.tr/programlar/hizlandirma-programi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

programların rolünü kritik hale getirir. Devlet tarafından sağlanan burslar, yarışmalar, Ar-Ge personeli destekleri gibi uygulamalar gençlerin bu alanlara yönelmesini teşvik eder. Türkiye'de TÜBİTAK bünyesinde 2244 Sanayi Doktora Programı gibi destek programları ile özel sektör-üniversite iş birliğinin güçlendirilmesi sağlanmış, YZ dâhil kritik alanlarda doktora öğrencileri yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çeşitli sivil toplum kuruluşları ve özel şirketler de veri bilimi ve YZ konusunda eğitim programları düzenlemekte; hackathon, ideathon ve datathon adı verilen çeşitli yarışmalar ile genç yeteneklerin ortaya çıkarılmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu destek mekanizmalarının etkinliği konusunda iyileştirme alanları da bulunmaktadır. Nitekim 13 Mayıs 2025 tarihli toplantıda Türkiye'nin AR-GE için ayırdığı kaynağın miktar olarak yetersiz olmadığı, ancak asıl sorunun bu kaynakların kullanım biçiminde yattığı belirtilmiştir. Özellikle projelerin doğru yönlendirilmesi, geliştirilen patentlerin ürüne dönüştürülerek ticarileşmesi ve ekonomiye kazandırılması aşamalarındaki eksikliklere dikkat çekilmiştir. Bu nedenle, mevcut teşvik, başvuru, onay ve izleme süreçlerinin daha hızlı ve etkin işlemesi için "daha güçlü bir denetim" ve "daha hızlı karar destek sistemleri" ile güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.[487]

Güncel bir rapora göre hackathon'ların küresel pazar büyüklüğünün 2024'ten 2031'e kadar %15,1'lik bir yıllık birleşik büyüme oranıyla büyümesi beklenmektedir.[488] COVID-19 salgını nedeniyle, 2023 yılında 1,5 Milyar Dolar olarak tahmin edilen pazarın, 2024-2031 tahmin döneminde %15,1 yıllık birleşik büyüme oranıyla büyüyerek 2031 yılına kadar 5,1 Milyar Dolar revize büyüklüğe ulaşacağı öngörülmektedir. Bu değerler, yarışmaların küresel ve yerel ekonomiler açısından önemini vurgulamaktadır.

Özetle, girişimcilik ekosistemine yönelik destek mekanizmaları bir bütün olarak ele alındığında, YZ gibi stratejik bir alandaki girişimlerin başarı şansını önemli ölçüde artırmaktadır. Türkiye, son yıllarda bu mekanizmaları geliştirme yolunda adımlar atmış ve stratejilerinde bunlara yer vermiştir. Devam eden süreçte bu desteklerin uygulanması ve ekosistemin tüm paydaşları tarafından etkin kullanımı, YZ alanında dünya çapında başarı hikayelerinin ülkemizden çıkmasına zemin hazırlayacaktır.

2.1.2.7 Küresel Pazara Açılım Stratejileri

YZ alanında geliştirilen ürün ve hizmetlerin ekonomik getirisini maksimize etmenin

[487] 13 Mayıs 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[488] Stats&Research. (2024). Global Hackathon Market Insights 2024, Analysis and Forecast to 2031. https://www.statsandresearch.com/report/40413-global-hackathon-market (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yollarından biri de küresel pazara açılmak yani uluslararası müşteri kitlesine ulaşmaktır. Özellikle Türkiye gibi iç pazarı sınırlı ölçekte olan ülkelerin girişimleri için, sadece yurtiçiyle yetinmeyip global pazarlara yönelik stratejiler izlemek büyüme için kritik önemdedir.[489] Bu alt başlıkta, YZ tabanlı girişim ve şirketlerin küresel pazara açılırken izleyebileceği stratejiler ve bu süreçteki fırsat ve zorluklar değerlendirilmektedir.

Bir YZ girişiminin küresel pazara açılımında ilk adım, ürün veya hizmetinin uluslararası geçerliliğini sağlamaktır. Bu, teknik anlamda ölçeklenebilirlik ve farklı ortamlarda çalışabilirlik demektir. Örneğin Türkiye'de geliştirilmiş bir doğal dil işleme uygulaması, sadece Türkçe'de değil başka dillerde de çalışabilecek şekilde tasarlanmışsa global pazarlara daha kolay hitap edebilir. Aynı şekilde, bir YZ yazılımının farklı ülke mevzuatlarına (örneğin veri gizliliği yasalarına) uyum sağlayacak esneklikte olması gereklidir. Şirketler bu doğrultuda erken aşamadan itibaren ürünlerini çok dilliliğe, çok kültürlülüğe ve mevzuat uyumuna uygun geliştirmeye özen göstermelidir.

Küresel pazara açılma sürecinde ortaklıklar ve iş birlikleri önemli rol oynar. Yurt dışındaki dağıtım kanallarıyla ortaklık kurmak, o pazarı iyi tanıyan yerel partnerlerle çalışmak büyümeyi hızlandırabilir. Örneğin Avrupa pazarına girmek isteyen bir Türk YZ girişimi, Avrupa'da köklü bir bilişim şirketiyle iş ortaklığı yaparak ürününü onun müşterilerine birlikte sunabilir. Benzer şekilde, ABD pazarında bir hızlandırıcı programa katılıp oradaki mentorlar ve yatırımcılar aracılığıyla network edinerek ilk referans müşterilerini kazanabilir. Bu tür uluslararası hızlandırıcı programlara katılım, son yıllarda Türk girişimleri arasında da yaygınlaşmıştır.[490] Diğer yandan, bazı Türk teknoloji şirketleri stratejik satın almalar yoluyla da küresel açılım gerçekleştirmektedir (örn. yurt dışında küçük bir rakibini satın alarak o pazara giriş yapma).

Dijital pazarlama ve çevrimiçi var olma, özellikle YZ gibi dijital ürünlerde küresel müşteri kazanmanın etkin yollarındandır. Bulut tabanlı bir yazılım hizmeti sunan YZ girişimi, internet üzerinden dünyanın her yerinden müşterilere ulaşabilir. Bu noktada, arama motoru optimizasyonu, içerik pazarlaması, sosyal medya ve sektörel etkinliklerde görünürlük gibi yöntemlerle küresel ölçekte bilinirlik elde etmek gerekebilir. Örneğin, İngilizce yayın yapan saygın YZ bloglarında veya dergilerinde yer almak, bir girişimin küresel kitle tarafından fark edilmesini sağlayabilir. Yine uluslararası YZ konferanslarına katılım hem teknik çevrelerde

[489] Oviatt, B.M. ve McDougall, P.P. (1994). Toward a theory of international new ventures, Journal of International Business Studies, 25(1), s. 45-64. https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490193.
[490] StartupBlink. (2023). Startup Ecosystem Report 2023 - Turkey Analysis. https://www.startupblink.com/startup-ecosystem/turkey (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

hem de potansiyel müşteri nezdinde güven oluşturur.

Küresel açılım stratejisinin bir parçası olarak farklı ülkelere fiziksel genişleme de düşünülebilir. Başarılı bir YZ şirketi, belli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra hedef pazarlarında ofisler açmayı veya yerel ekipler kurmayı planlayabilir. Özellikle büyük kurumsal müşterilerle çalışmayı hedefleyen B2B odaklı YZ şirketleri için, müşteriye yakın olmak ve yerel destek sunabilmek adına bu adımlar gerekebilir. Burada dikkat edilmesi gereken, farklı coğrafyaların kültürel iş yapma biçimlerine adapte olabilmektir. Örneğin Asya pazarında iş geliştirme yapmanın dinamikleri ile Avrupa pazarının dinamikleri farklı olabilir; dolayısıyla yönetim kadrolarında uluslararası deneyime sahip kişilere yer vermek, stratejiyi her bölgeye uygun şekilde ayarlamak gerekebilir.

Elbette küresel pazara açılımın zorlukları da bulunmaktadır. Rekabetin küresel boyutta çok daha çetin olması, döviz kuru ve yasal farklılıklardan kaynaklanan belirsizlikler, uzaktan ekip yönetimi gibi konular iyi planlanmazsa risk oluşturabilir. Ancak bunlar, doğru ortaklıklar ve bilgi birikimi ile aşılabilir. Pek çok ülkenin başarılı teknoloji şirketleri de ilk aşamada benzer zorluklarla karşılaşıp bunları deneyimle öğrenerek aştığından, Türkiye'deki girişimler için yol gösterici örnekler mevcuttur.[491]

YZ alanındaki ekonomik kazanımları artırmanın bir yolu da bu alandaki ürün ve hizmetleri küresel ölçekte ölçeklendirebilmektir. Küresel pazara açılma stratejileri; teknoloji uyum, ortaklıklar, pazarlama, yerelleşme ve destek mekanizmalarının etkin kullanımı gibi unsurları içeren çok yönlü bir yaklaşım gerektirir. Bu stratejileri başarıyla uygulayan girişimler, sadece kendi cirolarını artırmakla kalmaz, aynı zamanda ülkeye döviz kazandırarak ve bilinirlik sağlayarak makroekonomik düzeyde de katkı sunmaktadır.

2.1.3 Kamu Ekonomisine Katkıları

YZ'nin ekonomik kazanımları sadece özel sektörle sınırlı değildir; kamu ekonomisi de bu teknolojiden önemli faydalar sağlayabilir. Kamu ekonomisi kavramı; devletin mali yapısı, kamu hizmetlerinin maliyeti ve genel olarak kamusal kaynakların kullanımıyla ilgilidir. YZ, kamu hizmetlerinin sunumunda verimlilik artışı, maliyet tasarrufu ve gelir artırıcı etkiler sağlayarak kamu ekonomisine birçok katkıda bulunabilir. Kamu hizmetlerinin daha düşük maliyetle veya daha etkin sunulması (harcama tarafında etki), ekonomik büyüme yoluyla vergi gelirlerinin artması (gelir tarafında dolaylı etki), yeni vergi ve düzenlemeler aracılığıyla doğrudan gelir oluşturma (örn. dijital hizmet vergileri gibi) bunlardan bazılarıdır. YZ ve

[491] Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things: Building a Business When There Are No Easy Answers. New York: HarperBusiness.

perifer teknolojilerinin; rutin ve tekrarlayan işlemlerin otomasyonu, veri bütünlüğünün sağlanması ve süreç optimizasyonu açısından operasyonel verimliliğin artırılmasında kritik rol oynadığı, uygulanan yapay zekâ destekli sistemlerin, doğal dil işleme ve makine öğrenmesi algoritmalarıyla güçlendirilmiş sohbet robotlarının ve otomatik yanıt sistemlerinin vatandaşların taleplerine kesintisiz ve anında yanıt verebildiği bilinmektedir. Ayrıca, büyük veri analitiği ve öngörü modelleri, kamu politikalarının stratejik planlamasında risk değerlendirmesi, kaynak yönetimi ve süreç performansının gerçek zamanlı izlenmesi gibi teknik destekler sunmaktadır. Sağlık, güvenlik ve ulaşım gibi kritik sektörlerde kullanılan akıllı sistemler, sensör verileri ve IoT entegrasyonlarıyla erken uyarı mekanizmaları oluşturarak acil durum yönetimi ve müdahale süreçlerini optimize etmektedir. Yapay zekâ uygulamaları, veri bütünlüğü, işlem şeffaflığı ve karar süreçlerinin kaydedilebilirliği gibi özellikleriyle kamu yönetiminde hesap verebilirlik ve etik standartların sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir. Öngörücü bakım algoritmaları ve enerji tüketimi analizleri, altyapı sistemlerinin proaktif izlenmesini sağlayarak büyük ölçekli onarım ve bakım maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım kamu hizmetlerinin daha etkin, entegre ve çözüm odaklı bir yapıya kavuşmasını mümkün kılmaktadır. Bu bölümde YZ'nin özellikle kamu harcamaları ve hizmetleri boyutundaki katkıları güncel örnek ve verilerle incelenmektedir.

Uluslararası bir çalışmada, kamu hizmetlerine ayrılan harcamaların ülke GSYİH'sının ortalama %40'ını oluşturduğu belirtilmektedir.[492] YZ'nin, kamu hizmetlerinin verimliliğini artırarak maliyetleri düşürmede küresel ölçekte etkili olduğu vurgulanmaktadır. Estonya örneğinde, YZ destekli sanal asistan Kratt sayesinde 30.000 yanlış yönlendirilmiş vatandaş başvurusunun otomatik olarak yönetildiği ifade edilmektedir. ABD'de kullanılan PredPol sistemi, suç verilerinin analiz edilerek silahlı olaylar ve cinayetlerde %50 doğrulukla suç tahmini yapabilmekte, bu da suç oranlarının %7,4 oranında düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Brezilya'da ise YZ'nin atık toplama rotalarını optimize etmesiyle maliyetlerde %45,4'e varan azalma elde edilmiştir. Bu uygulamalar, devletlerin vatandaş destek hatlarındaki yükü hafifleterek, kamu harcamalarını daha veriye dayalı stratejilerle yeniden yapılandırmalarına olanak tanımaktadır. YZ'nin suç önleme, atık yönetimi ve vatandaş hizmetleri gibi alanlarda sağladığı verimlilik artışları, kamu hizmetlerinin kalitesini ve etkinliğini artırmaktadır. Gelecekte, kamu kuruluşlarının daha fazla YZ uygulaması

[492] Enterprise AI Today. (2025). AI in Government Services Cuts Spending, Boosts Efficiency. https://www.virtasant.com/ai-today/ai-in-government-services-efficiency (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

geliştirerek vatandaşlarla etkileşim biçimlerini köklü bir şekilde dönüştürmeleri ve kamu harcamalarını daha da azaltmaları öngörülmektedir.

YZ, kamu hizmetlerinde verimlilik ve tasarruf imkânları sunar. Özellikle büyük nüfusa hizmet veren kamusal sistemlerde YZ'nin otomasyon gücü, iş yükünü ciddi ölçüde azaltabilir. Yukarıda bahsedilen Brezilya örneği, akıllı sistemlerin çöp toplama rotalarını optimize etmesi, kaynak kullanımını gerçek zamanlı ayarlaması sayesinde ortaya çıkmıştır. Benzer biçimde, vergi idarelerinde YZ tabanlı dijital asistanların kullanılması, mükellef sorularının otomatik cevaplanması yoluyla memur ihtiyacını azaltarak idari maliyetleri düşürebilir. Keza yargı sisteminde dosya sınıflandırma, emniyette olay analizleri gibi işlerde YZ kullanımı, aynı işi daha az personelle veya daha kısa sürede yapmayı mümkün kılabilir.

Kamu ekonomisi açısından önemli bir kalem olan sağlık harcamaları da YZ ile optimize edilebilir. Akıllı teşhis ve tedavi planlama sistemleri, vatandaşların gereksiz tetkik ve hastane yatışlarını azaltarak kamu sağlık kurumlarının yükünü hafifletebilir. Örneğin YZ, aile hekimlerine entegre edilerek basit rahatsızlıkların yönetiminde destek olursa, hastanelere sevk oranları azalabilir. Bunun sonucunda daha az yoğun bakım kullanımı, daha kısa kuyruklar ve dolayısıyla daha az kamu harcaması söz konusu olabilir. Bir çalışmada, YZ ile donatılmış bir sağlık sisteminin ABD'de yıllık 200-300 milyar dolar bandında kamu ve özel toplam tasarruf potansiyeline sahip olduğu, bu tasarrufun önemli kısmının kamu sağlık bütçelerine yansıyacağı belirtilmiştir.[493] Türkiye'de de benzer şekilde, şehir hastanelerinde ve üniversite hastanelerinde YZ projeleriyle verimlilik artışları denenmekte, bunların Sağlık Bakanlığı bütçesine olası etkileri değerlendirilmektedir.[494]

YZ, kamu gelirlerini artırma konusunda da dolaylı fakat önemli etkilere sahiptir. Birincisi, genel ekonomik büyümeyi hızlandırdığı ölçüde vergi gelir tabanını genişletir. Örneğin 2030 yılında küresel GSYİH'yı %3,5 artıracak bir YZ katkısı, aynı oranda olmasa da vergi gelirlerinde artış demektir.[495] Türkiye'de YZ sayesinde GSYİH'ya eklenecek her 50-60 milyar dolarlık değer (daha önce belirtildiği üzere, üretken YZ'nin on yılda %5 katkı potansiyeli), mevcut vergi oranlarıyla kamunun gelirlerini de artıracaktır. İkincisi, YZ doğrudan maliye politikalarında kullanılabilir. Vergi kaçakçılığını tespit eden algoritmalar,

[493] McKinsey & Company. (2024). Digital transformation: Health systems' investment priorities. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/digital-transformation-health-systems-investment-priorities (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[494] (Mülga) CBDDO. (2025). Türk Beyin Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/tbp (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[495] Mearian, L. (2024). AI to create better products and services, add $19.9T to global economy - IDC. Computerworld. https://www.computerworld.com/article/3526481/ai-to-create-better-products-and-services-add-19-9t-to-global-economy-idc.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

usulsüzlükleri ortaya çıkararak vergi tahsilatını artırabilmektedir. ABD Gelir İdaresi (IRS), büyük veri analitiği ile şüpheli vergi iadesi taleplerini daha etkili saptadığını rapor etmiştir (yıllık yüz milyonlarca dolar kazanç sağlanmaktadır)[496]. Türkiye'de Hazine ve Maliye Bakanlığının benzer bir projesi bulunmaktadır.[497] Proje ile, mali karar verme ve politika geliştirme süreçlerimizin etkinliği artırılarak, verimsiz harcama alanları tasfiye edilecek ve yeni harcama alanları sınırlandırılacaktır. Ayrıca, erken uyarı sistemi ile kamu harcamalarında verimlilik ve tasarruf sağlanırken, derin öğrenme teknikleri kullanılarak kamu idarelerinin harcama alışkanlıkları analiz edilecektir.

Kamu ekonomisine katkının bir diğer tarafı, kamu yatırımlarının etkinleştirilmesidir. Ulaştırma, altyapı, eğitim gibi alanlarda yapılacak büyük kamu yatırımlarının önceliklendirilmesi ve planlanmasında YZ destekli karar sistemleri kullanılırsa, kaynaklar en yüksek toplumsal faydayı sağlayacak projelere yöneltilebilir. Örneğin, bir şehirde ulaşım altyapısı yatırım kararı alınırken, YZ ile toplanan gerçek zamanlı ulaşım verileri ve nüfus hareketleri analiz edilerek hangi bölgeye metro hattı yapılmasının daha acil ve faydalı olduğu belirlenebilir. Bu sayede yatırımın ekonomik getirisi (örneğin işe erişim süresinin kısalması, yakıt tasarrufu) maksimize edilmiş olur. Bu tip "akıllı planlama" uygulamaları, kamunun sermaye harcamalarının etkinliğini yükselttiğinden, kamu kaynaklarının israfını önleyerek dolaylı ekonomik kazanca dönüşür.

YZ teknolojilerinin kamu ekonomisine katkıları, verimlilik artışı ve maliyet tasarrufu, gelirlerin dolaylı veya doğrudan yükselmesi ve kamu yatırım/programlarının daha etkin olması şeklinde özetlenebilir. Bu kazanımlar, nihayetinde vatandaşlara daha kaliteli hizmetin daha uygun maliyetle sunulması anlamına gelecektir. Dolayısıyla, YZ stratejilerinin kamu boyutunun güçlü olması, toplam ekonomik faydayı maksimize etmek için kritik bir gerekliliktir.

2.1.4 Ekonomik Kazanımları Artırmaya Yönelik Öneriler

- Ulusal Veri Stratejisi ve Merkezi Veri Yönetimi Oluşturulması: Türkiye'de resmi bir veri stratejisinin olmaması ve kamu kurumları arasında veri paylaşımında yaşanan zorluklar, YZ ekosisteminin gelişimi önünde önemli bir engeldir. Veri,

[496] U.S. Government Accountability Office. (2018). Tax Fraud and Noncompliance: IRS Could Further Leverage the Return Review Program to Strengthen Tax Enforcement. GAO-18-544. Washington, D.C.: U.S. Government Accountability Office. https://www.gao.gov/products/gao-18-544 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[497] Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2024). Yapay Zekâ Destekli Muhasebe ve İleri Analitik Projesi'ni Hayata Geçiriyoruz. Muhasebat Genel Müdürlüğü. https://muhasebat.hmb.gov.tr/haberler/yapay-zeka-destekli-muhasebe-ve-ileri-analitik-projesini-hayata-geciriyoruz (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

YZ'nin yakıtı olarak tanımlanmaktadır. Kamu verilerinin sistematik olarak toplanması, işlenmesi ve güvenli bir şekilde paylaşılması için yasal zemini ve teknik altyapıyı sağlayacak, hiyerarşik olarak üst bir veri mesuliyet sistemi kurulmalıdır. Bu strateji, kişisel olmayan verilerin serbest kullanımını da düzenlemelidir. Veri kıtlığından veri bolluğuna geçiş yaşanan günümüzde, doğru, yapılandırılmış, temiz ve yanlılık içermeyen verinin entegre bir şekilde yönetilmesi esastır ve yerli YZ modellerinin geliştirilmesi için önemli görülmektedir. Verilerin anonimleştirilerek paylaşılması, özel sektör ve akademinin YZ uygulamaları geliştirmesine olanak tanıyacaktır. Örneğin, TÜİK, istatistiksel veriyi veri ekosisteminin temel çekirdeği olarak görmektedir ve bu çekirdeğin genişletilmesi güvenilir veri mevcudiyetini artıracaktır. Tüm ilgili bakanlıkların temsilcilerini ve TÜİK gibi merkezi veri kurumlarını içeren "Ulusal Veri Yönetişim Kurulu" oluşturularak, kurumsal veri paylaşım protokolleri ve standartları belirlenmelidir. Bu kurul, veri sorumluluğu ve paylaşımına ilişkin yasal düzenleme taslakları hazırlayarak TBMM'ye sunulmasını sağlamalıdır.

- Nitelikli İnsan Kaynağının Geliştirilmesi ve Beyin Göçünün Tersine Çevrilmesi: YZ alanında nitelikli insan kaynağı, en önemli rekabet avantajıdır. Türkiye'nin 2025'e kadar 50.000 kişilik istihdam ve 10.000 lisansüstü mezun hedefi bulunmaktadır.[498] Ancak, sektörde ilgili uzmanlık eksikliği ve nitelikli insan kaynağına ulaşmada zorluklar yaşanmaktadır. Gençleri YZ alanına yönlendirmek için eğitim sistemi (liseden üniversiteye kadar) güncellenmeli, YZ ve teknoloji okuryazarlığı müfredata dâhil edilmelidir. Ayrıca, beyin göçünü tersine çevirecek "Uluslararası Lider Araştırmacı Programı" gibi teşvikler artırılmalı ve YZ uzmanlarına piyasa koşullarına uygun, özel iş tanımları ve ücretlendirme modelleri sunulmalıdır. YZ teknolojileri, insanlığın yetkinliğini artıracak ve yeni meslekler yaratacaktır. İnsan kaynağı olmadan, firmalara ne kadar teşvik verilirse verilsin, değer yaratılamaz. Gençlerin bu alana ilgisi yüksek olup, onların doğru yönlendirilmesi Türkiye ekonomisi için büyük kazanç sağlayacaktır. İlgili kurumların işbirliğiyle YZ ve dijital okuryazarlık derslerinin tüm eğitim seviyelerinde zorunlu veya seçmeli olarak yaygınlaştırılmasına yönelik pilot programlar başlatılmalıdır. Kamu ve özel sektör ortaklaşa, yetenekli gençleri

[498] (Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Türkiye'ye çekecek ve burada kalıcı olmalarını sağlayacak "YZ Yetenek Hızlandırma Programları" tasarlanmalı, bu programlara özel burs ve istihdam olanakları eklenmelidir.

- YZ Odaklı Girişimcilik Ekosisteminin ve Finansman Mekanizmalarının Güçlendirilmesi: YZ alanındaki yeni iş fırsatlarının gerçekleştirilmesi için finansman erişimi hayati önem taşımaktadır. Türkiye'de orta büyüklükte fonların eksikliği ve yatırım yapılan şirketlerin küresel ölçekte markalaşmaktan çok satın alınmayı beklemesi gibi sorunlar bulunmaktadır. Kamu destekleri başlangıç için yeterli olsa da orta ve büyük ölçekli YZ girişimlerinin büyümesini sağlayacak risk sermayesi fonları, melek yatırımcı ağları ve teknoloji yatırım bankası gibi yeni finansman mekanizmaları oluşturulmalıdır. Kamu-özel sektör ortaklıkları ve rekabet öncesi iş birliği teşvik edilmeli, yerli girişimlerin küresel pazara açılması için destek mekanizmaları geliştirilmelidir. YZ girişimciliği, doğru harmanlanan kamu desteği, özel sektör fonları ve uluslararası kaynaklarla güçlü bir ekonomik büyüme sağlayabilir. Türkiye'deki şirketlerin yüzde 99'dan fazlasının KOBİ olduğu düşünüldüğünde, bu yatırımlar küçük işletmeler için de ekonomik potansiyel yaratacaktır.
- Stratejik Alanlarda Odaklanma ve Ulusal Şampiyonlar Çıkarma: Türkiye'nin YZ konusunda birçok konuya aynı anda odaklanmaya çalışmak yerine, güçlü olduğu veya potansiyel taşıdığı alanlara odaklanması gerektiği düşünülmektedir. Türkiye, sağlık, tarım, savunma sanayii ve e-ticaret gibi güçlü kaslara sahip olduğu sektörlerde YZ uygulamalarının geliştirilmesine ve ulusal şampiyonlar çıkarılmasına odaklanmalıdır. Bu sektörlerdeki bilgi birikimi ve insan gücü, YZ destekli ürün ve hizmetlerin ihracatına dönüştürülmelidir. Türkiye'nin dünya genelindeki tıbbi cihaz ihracatındaki geriliği ve sağlık alanındaki güçlü akademik araştırma potansiyeli, bu alanda YZ ile büyük katma değer yaratma fırsatı sunmaktadır. Tarımda suyun verimli kullanımı ve iklim değişikliğiyle mücadele için akıllı tarım sistemleri kritiktir. Savunma sanayisindeki İHA/SİHA başarıları, YZ'nin stratejik alanlarda ne kadar etkili olabileceğinin göstergesidir. İlgili bakanlıklar (Sağlık, Tarım ve Orman, Ticaret, Milli Savunma) öncelikli sektörlerdeki YZ projelerini belirleyip, bu projelere özel finansman, mevzuat kolaylığı ve uluslararası pazara erişim destekleri sağlamalıdır. Her sektör için "YZ Odaklı Dönüşüm Yol Haritası" hazırlanmalıdır.
- Kamu-Özel Sektör-Akademi İşbirliğinin Güçlendirilmesi: YZ ekosisteminin

gelişimi, kamu, özel sektör ve akademik çevrelerin işbirliğini gerektirmektedir. Türkiye'de Ar-Ge çıktılarının ürüne dönüşmesi ve ekonomiye kazandırılması konusunda eksiklikler olduğu belirtilmektedir. Üniversiteler ve teknoparklar, Ar-Ge'yi ticarileşmeye odaklayarak özel sektörle işbirliğini artırmalıdır. Kamunun yönlendirici ve teşvik edici rolüyle, özel sektörün geçici çözümler yerine dışarıdaki çözüm sağlayıcı ekosistem paydaşlarıyla çalışması teşvik edilmelidir. Türkiye'de teknoloji yatırımlarının büyük çoğunluğu kurum içinde yapıldığı için, bu çözümler sadece kuruma fayda sağlamakta, ülke ekonomisine ve sektöre belirgin bir katkı üretmemektedir. Kamunun Ar-Ge'deki öncü rolü sürdürülmeli ancak özel sektörün ürünleştirme ve ticarileşme yetkinlikleri desteklenmelidir. İlgili kamu kurumları, üniversite-sanayi işbirliğini teşvik eden "YZ Ortak Araştırma ve Ürün Geliştirme Fonu" oluşturmalıdır. Bu fondan yararlanmak için, üniversitelerin özel sektörle somut ürün geliştirme projeleri sunması ve ticarileşme potansiyeli yüksek Ar-Ge faaliyetlerine odaklanması şart koşulmalıdır.

- Uluslararası İşbirlikleri ve Teknolojik Egemenliğin Artırılması: Küresel rekabette öne çıkmak için uluslararası pazarlara açılmak ve teknolojik egemenliği sürdürmek önemlidir. Türkiye, uluslararası arenada aktif rol alsa da bazı ambargolar ve kısıtlamalarla karşılaşmaktadır. Türkiye, YZ alanında küresel düzenleme çalışmalarını yakından izlemeye devam etmeli ve ülke politikaları doğrultusunda katkı sunmalıdır. Büyük firmaları Türkiye'ye yatırım yapmaya ve burada Ar-Ge merkezleri kurmaya teşvik edecek kararlar alınmalı, böylece bilgi ve teknoloji transferi sağlanmalıdır. Aynı zamanda, ülkenin veri ve model egemenliğini koruyacak yerli ve milli YZ teknolojileri geliştirilmesine öncelik verilmelidir. YZ, ülkeler arası rekabetin yeni bir boyutu haline gelmiş olup, YZ'ye hâkim olan ekonomiler ticarette, savunmada, finansta ve teknolojik nüfuzda öne çıkmaktadır. Türkiye'nin kendi dil modelini geliştirmesi, kültürel mirasın korunması ve ekonomik potansiyel yaratması açısından fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'nin YZ alanındaki uluslararası görünümünü geliştirmek için özel bir "YZ Diplomasisi Stratejisi" oluşturulmalıdır. Bu strateji, yabancı teknoloji firmalarına Türkiye'de Ar-Ge yatırımı yapmaları için cazip teşvik paketleri sunmayı ve uluslararası standart belirleme süreçlerinde Türkiye'nin lider rolünü güçlendirmeyi hedeflemelidir.
- Kamu Hizmetlerinde YZ Kullanımının Yaygınlaştırılması ve Verimlilik Odaklı Projeler: YZ'nin ekonomik kazanımları sadece özel sektörle sınırlı değildir; kamu ekonomisine de verimlilik artışı, maliyet tasarrufu ve gelir artışı sağlayabilir. Kamu

kurumlarında yapay zekâ uygulamaları henüz başlangıç aşamasındadır. Kamu kurumları, YZ tabanlı çözümleri ihtiyaç odaklı ve verimlilik artırıcı bir yaklaşımla hayata geçirmelidir. Özellikle karar alma süreçlerinde hız ve doğruluk, belge işleme süreçlerinin iyileştirilmesi, arama süreçlerinin optimizasyonu ve maliyetlerin azaltılması gibi alanlara odaklanılmalıdır. Sağlık, tarım, adalet, vergi uyumu, afet yönetimi ve akıllı şehirler gibi kritik kamu hizmetleri YZ ile desteklenmelidir. YZ kamu kaynaklarının israfını önleyerek dolaylı ekonomik kazanca dönüşebilir. Öğretmen asistanı gibi uygulamalarla kamu çalışanlarının iş yükü hafifletilerek daha stratejik görevlere odaklanmaları sağlanabilir. Önemli olan, YZ'yi bir araç olarak kullanarak insan unsurunu güçlendirmek ve nihai kararın insan tarafından verilmesini sağlamaktır. Tüm kamu kurumlarına yönelik "YZ Destekli Kamu Hizmetleri Dönüşüm Programı" başlatılmalıdır. Bu program kapsamında, her bakanlık ve kamu kurumu için YZ entegrasyonuna yönelik somut performans hedefleri belirlenmeli ve bu hedeflere ulaşan kurumlar ödüllendirilmelidir. İlk aşamada, veri yoğun ve tekrarlayan süreçlerin otomasyonuna odaklanılabilir.

2.2 SOSYAL KAZANIMLAR

2.2.1 Sağlık Alanında Kazanımlar

2.2.1.1 Yapay Zekânın Sağlık Hizmetlerindeki Dönüştürücü Rolü

YZ, sağlık hizmetleri alanında büyük bir dönüşümü tetiklemekte; teşhis süreçlerinin hassasiyetinden tedavi planlarının kişiselleştirilmesine, operasyonel verimlilikten ilaç keşfi ve geliştirmesine kadar geniş bir yelpazede dönüşümlere öncülük etmektedir.[499] Bu teknolojilerin, hekimlerin karar alma süreçlerini de destekleyerek, hasta sonuçlarını iyileştirme ve sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırma potansiyeli taşıdıkları da belirtilmektedir.

Ülkemiz bu alanda önemli adımlar atmaktadır. Bu çerçevede, örneğin TÜSEB (Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı) bünyesinde kurulan Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE), ülkemizin "üreten sağlık" vizyonunu hayata geçirme noktasında kritik bir rol üstlenmektedir.[500] Gazi Üniversitesi ve (mülga) CBDDO işbirliğiyle hayata geçirilen ve uluslararası alanda tanınırlık kazanan "Türk Beyin

[499] Sağlık Sektöründe Yapay Zekâ Kullanımı: Geleceği Şekillendiren Teknoloji. https://sem.biruni.edu.tr/?p=6980 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[500] Üreten Sağlık Modeli Tanıtım Toplantısı, https://tuspe.tuseb.gov.tr/haberler/ureten-saglik-modeli-tanitim-toplantisi-20250204 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Projesi" gibi somut başarılar, Türkiye'nin bu alandaki yetkinliğini ve potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.[501] Nitekim Komisyona sunum yapan (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf Tancan, bu projeyi Başkanlıkları ile Gazi Üniversitesinde görevli doktor ve akademisyenlerin beraber yürüttüğünü ve projenin hâlihazırda üç büyük üniversite hastanesinde aktif olarak kullanıldığını belirtmiştir.[502]

YZ'nin sağlık ekosistemindeki etkisi, tekil uygulamaların ötesinde, sistemin bütününü dönüştüren çok yönlü bir nitelik taşımaktadır. Bu teknolojinin temel uygulama alanları, teşhis, tedavi, operasyonel verimlilik ve araştırma-geliştirme olarak dört ana başlıkta incelenebilir. Bu alanlardaki kazanımlar, birbirinden bağımsız olarak değil, birbirini besleyen ve güçlendiren bütüncül bir döngü içinde gerçekleşmektedir. Örneğin, YZ ile elde edilen daha hassas bir teşhis, kişiselleştirilmiş tedavi için zengin bir veri altyapısı oluşturmaktadır.[503] Bu süreçte toplanan veriler, yeni ilaçların keşfedilmesine zemin hazırlamakla birlikte, aynı zamanda hastane kaynaklarının daha verimli planlanmasına olanak tanımaktadır.[504] Bu döngüsel etki, aynı zamanda YZ'nin sağlık sistemini noktasal çözümler sunan bir araç olmaktan çıkarıp, YZ'nin daima öğrenen ve kendini geliştiren entegre bir ekosisteme dönüştürme potansiyelini göstermektedir.

2.2.1.2 Teşhis ve Tanıda Devrim: Hız ve Doğruluk

YZ algoritmaları, özellikle manyetik rezonans (MR), bilgisayarlı tomografi (BT) ve röntgen gibi tıbbi görüntülerin analizinde büyük bir dönüşüme yol açmaktadır. Bu sistemler, insan gözünün algılamakta zorlanabileceği ince desenleri ve anormallikleri tespit edebilmekte, özellikle radyoloji, patoloji ve onkoloji gibi alanlarda erken teşhis oranlarını önemli ölçüde artırmaktadır.[505] YZ, hekimde görülebilecek yorgunluk veya dikkat dağınıklığı gibi insani faktörlerden etkilenmeden tutarlı bir performans sergileyerek, bir "ikinci göz" veya bir karar destek mekanizması görevi görebilmektedir.[506] Northwestern Üniversitesi'nde yürütülen bir

---

[501] Tümör tespit eden 'yapay zekâ algoritması'na yurt dışından talep - DHA, https://www.dha.com.tr/saglik-yasam/tumor-tespit-eden-yapay-zekâ-algoritmasina-yurt-disindan-talep-2257366 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[502] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[503] Sakhaa Alsaedi, Michihiro Ogasawara, Mohammed Alarawi, Xin Gao, Takashi Gojobori, (2025) AI-powered precision medicine: utilizing genetic risk factor optimization to revolutionize healthcare, *NAR Genomics and Bioinformatics*, Volume 7, Issue 2, June 2025, https://doi.org/10.1093/nargab/lqaf038 s.1

[504] Khare, A., Penubaka, K. K. R., Chithrakumar, T., Geetha, M., Kamalavalli, D., & Jadhav, A. B. (2025). AI-driven patient flow management in hospitals: Reducing wait times and enhancing care. *Journal of Neonatal Surgery*, *14*(10s), 696–708, s.696

[505] Anadolu Ajansı. (2024, Haziran 13). *Yapay zekâyla hastaneler hastaların ayağına gelecek*. https://www.aa.com.tr/tr/dosya-haber/yapay-zekayla-hastaneler-hastalarin-ayagina-gelecek/3199683 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[506] a.g.e.

çalışma, üretken YZ destekli bir aracın radyoloji raporlama verimliliğini %40'a varan oranlarda artırabildiğini göstermektedir. Bu ve benzeri ulaşılan sonuçlar teknolojinin hekimlerin iş yükünü hafifletmedeki somut etkisini ortaya koymaktadır.[507]

2.2.1.3 Tedavi Süreçlerinin Kişiselleştirilmesi

YZ, "herkese uyan tek bir tedavi" anlayışını da kökten değiştirmektedir. Hastaların genom verilerini, klinik geçmişlerini ve yaşam tarzı bilgilerini birleştirerek, bireylerin biyolojik yapılarına en uygun tedavi planlarının oluşturulmasına olanak tanımaktadır.[508] Kişiselleştirilmiş tıp pazarının 2024 yılında 531,7 milyar ABD doları büyüklüğe ulaşması ve yıllık ortalama %8,5'lik bir büyüme oranıyla 2030 yılına gelindiğinde pazarın büyüklüğünün 869,9 milyar ABD dolarına çıkmasının öngörülmesi, bu alanın sadece tıbbi değil, aynı zamanda ekonomik olarak da ne denli stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.[509]

2.2.1.4 Operasyonel Verimlilik ve Kaynak Yönetimi

Klinik uygulamaların yanı sıra, YZ'nin sağlık kuruluşlarının operasyonel verimliliğini artırmada da kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir.[510] Bu bağlamda hastanelerde yatak sayısının yönetimi, personel planlaması ve tıbbi malzeme stoklarının yönetimi gibi karmaşık süreçlerin, YZ destekli tahmin ve optimizasyon modelleriyle daha etkin bir şekilde yönetilebileceği değerlendirilmektedir. Bu sayede hastaların bekleme sürelerinin kısaldığı, kaynak israfının önlendiği ve genel maliyetlerin düşürüldüğü belirtilmektedir. Örneğin; ABD'deki Johns Hopkins ve Tampa Genel Hastanesi gibi kurumlarda kurulan YZ destekli yönetim merkezlerinin, hasta transfer sürelerini %60'a varan oranlarda hızlandırdığı, acil servislerdeki bekleme sürelerini %25 azalttığı ve on milyonlarca dolarlık verimlilik artışı

---

[507] Feinberg School of Medicine, Northwestern University. (2025, June 5). *New AI transforms radiology with speed, accuracy never seen before*. https://news.feinberg.northwestern.edu/2025/06/05/new-ai-transforms-radiology-with-speed-accuracy-never-seen-before/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[508] Sakhaa Alsaedi, Michihiro Ogasawara, Mohammed Alarawi, Xin Gao, Takashi Gojobori, (2025) AI-powered precision medicine: utilizing genetic risk factor optimization to revolutionize healthcare, *NAR Genomics and Bioinformatics*, Volume 7, Issue 2, June 2025, https://doi.org/10.1093/nargab/lqaf038 s.5

[509] Research and Markets. (2025). *Personalized medicine market overview 2024–2025 & 2030: Oncology, neurology, and cardiology lead expansion; next-generation sequencing and AI revolutionize tailored treatment approaches*. GlobeNewswire. https://www.globenewswire.com/news-release/2025/03/06/3038037/0/en/Personalized-Medicine-Market-Overview-2024-2025-2030-Oncology-Neurology-and-Cardiology-Lead-Expansion-ext-Generation-Sequencing-and-AI-Revolutionize-Tailored-Treatment-Approaches.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[510] Biruni Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi. (2024). *Sağlık sektöründe yapay zekâ kullanımı: Geleceği şekillendiren teknoloji*. https://sem.biruni.edu.tr/?p=6980 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

sağladığı aktarılmaktadır.[511]

2.2.1.5 İlaç Geliştirme ve Klinik Araştırmaların Hızlandırılması

Geleneksel olarak on yıldan uzun süren ve milyarlarca dolara mal olan ilaç geliştirme sürecinin, YZ ile radikal bir şekilde dönüştüğü belirtilmektedir.[512] YZ'nin, bu bağlamda, yeni ilaç hedeflerinin belirlenmesi sürecinden, potansiyel moleküllerin tasarlanmasına, klinik araştırmalar için uygun hastaların seçilmesi sürecinden toplanan verilerin analizine kadar Ar-Ge döngüsünü hızlandırdığı ve maliyetleri önemli ölçüde düşürdüğü aktarılmaktadır.[513] McKinsey tarafından yayınlanan bir raporda, yalnızca üretken YZ teknolojilerinin ilaç endüstrisine yıllık 60 ila 110 milyar dolar arasında ek bir değer katma potansiyelinin bulunduğu belirtilmektedir.[514] YZ destekli yaklaşımların, ilaç geliştirme sürelerini kısaltabileceği ve klinik öncesi aşamalarda %50'ye varan maliyet tasarrufu sağlayabileceği öngörülmektedir.[515]

2.2.1.6 Tanısal Uygulamalarda Güncel Kazanımlar ve Uluslararası Örnekler

YZ'nin klinik pratikte en somut ve olgunlaşmış etkilerinden biri tanısal süreçlerde gözlemlenmektedir. Özellikle görüntülemeye dayalı tıp dalları olan radyoloji ve patolojide, YZ destekli sistemler hem verimliliği artırmakta hem de tanısal doğruluğu iyileştirmektedir.[516] Ancak bu kazanımlar, dikkatle yönetilmesi gereken bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bir yanda, raporlama sürelerini oldukça kısaltan ve/veya verimliliği önemli ölçüde artıran uygulamalar bulunurken, diğer yanda artan yanlış pozitif oranları ve bunun sonucunda ortaya çıkan ek maliyetler, iş yükleri ve dolayısıyla düşen

---

[511] Anadolu Ajansı. (2024, Haziran 13). *Yapay zekâyla hastaneler hastaların ayağına gelecek*. https://www.aa.com.tr/tr/dosya-haber/yapay-zekayla-hastaneler-hastalarin-ayagina-gelecek/3199683 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[512] Yogeshappa, V. G. (2024). *AI-driven precision medicine: Revolutionizing personalized treatment plans*. *International Journal of Computer Engineering and Technology (IJCET)*, 15(5), 455–474. https://doi.org/10.5281/zenodo.13843057 s.457

[513] Yogeshappa, V. G. (2024). *AI-driven precision medicine: Revolutionizing personalized treatment plans*. *International Journal of Computer Engineering and Technology (IJCET)*, 15(5), 455–474. https://doi.org/10.5281/zenodo.13843057, s.457, 461

[514] Batra, N., van der Lande, J., Mahajan, V., & Wüstner, J. (2024). *Generative AI in the pharmaceutical industry: Moving from hype to reality*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-moving-from-hype-to-reality s.1 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[515] Batra, N., van der Lande, J., Mahajan, V., & Wüstner, J. (2024). *Generative AI in the pharmaceutical industry: Moving from hype to reality*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-moving-from-hype-to-reality s.7 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[516] Hall, J. (2024). *Can AI enhance MRI detection of amyloid-related abnormalities in patients with Alzheimer's disease?* Diagnostic Imaging. https://www.diagnosticimaging.com/view/ai-mri-detection-amyloid-related-abnormalities-patients-alzheimer-s-disease (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

verimlilik gibi istenmeyen sonuçlar görülebilmektedir.[517] Dolayısıyla tanı aşamasında elde edilen verimlilik, takip ve tedavi aşamalarında artan iş yükü ve maliyet ile dengelenebilecektir. [518] Bu nedenle, YZ'nin "tek başına" bir çözüm ve karar mercii olarak değil, "insan-döngüde" (human-in-the-loop) bir karar destek aracı olarak konumlandırılmasının kritik önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

2.2.1.7 Radyolojide Yapay Zekâ

2.2.1.7.1 Görüntü Yorumlama Sürelerinin Kısaltılması ve Verimlilik Artışı

YZ, radyologların iş akışlarını önemli ölçüde hızlandırmaktadır.[519] Bu bağlamda, örneğin, Northwestern Üniversitesi'nde geliştirilen ve klinik iş akışına entegre edilen bir üretken YZ aracı sayesinde radyologların rapor tamamlama verimliliğinin ortalama %15,5, bazı durumlarda ise %40'a kadar arttığı görülmüştür.[520] Bu sistem, ayrıca, çekilen tüm röntgeni analiz ederek %95'i tamamlanmış, radyologun kendi raporlama stili ile uyumlu şekilde yazılarak hasta özelinde kişiselleştirilmiş bir rapor taslağı oluşturmakta ve bu sayede hekimin iş yükünü hafifletmektedir.[521] Benzer şekilde, yayımlanan sistematik bir başka derleme çalışmasında incelenen 18 adet çalışmanın 13'ünde YZ görüntü yorumlama süresini kısalttığı sonucuna ulaşılmıştır.[522] Bu verimlilik artışı, özellikle acil durumlarda tanıların daha hızlı konulmasını sağlayarak hasta bakım kalitesini doğrudan etkilemektedir.[523]

2.2.1.7.2 Tanısal Doğruluk Oranlarındaki İyileşmeler

YZ, tanısal doğruluğun artırılmasında da önemli bir potansiyel sunmaktadır.[524]

---

[517] Lawrence, R., Dodsworth, E., Massou, E., Sherlaw-Johnson, C., Ramsay, A. I. G., Walton, H., O'Regan, T., Gleeson, F., Crellin, N., Herbert, K., Ng, P. L., Elphinstone, H., Mehta, R., Lloyd, J., Halliday, A., Morris, S., & Fulop, N. J. (2025). Artificial intelligence for diagnostics in radiology practice: a rapid systematic scoping review. *eClinicalMedicine*, *83*, 103228. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103228 s.7

[518] a.g.e.

[519] a.g.e., s.8

[520] Feinberg School of Medicine, Northwestern University. (2025). *New AI transforms radiology with speed, accuracy never seen before*. https://news.feinberg.northwestern.edu/2025/06/05/new-ai-transforms-radiology-with-speed-accuracy-never-seen-before/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[521] a.g.e.

[522] Lawrence, R., Dodsworth, E., Massou, E., Sherlaw-Johnson, C., Ramsay, A. I. G., Walton, H., O'Regan, T., Gleeson, F., Crellin, N., Herbert, K., Ng, P. L., Elphinstone, H., Mehta, R., Lloyd, J., Halliday, A., Morris, S., & Fulop, N. J. (2025). Artificial intelligence for diagnostics in radiology practice: a rapid systematic scoping review. *eClinicalMedicine*, *83*, 103228. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103228 s.8

[523] Feinberg School of Medicine, Northwestern University. (2025). *New AI transforms radiology with speed, accuracy never seen before*. https://news.feinberg.northwestern.edu/2025/06/05/new-ai-transforms-radiology-with-speed-accuracy-never-seen-before/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[524] Lawrence, R., Dodsworth, E., Massou, E., Sherlaw-Johnson, C., Ramsay, A. I. G., Walton, H., O'Regan, T., Gleeson, F., Crellin, N., Herbert, K., Ng, P. L., Elphinstone, H., Mehta, R., Lloyd, J., Halliday, A., Morris, S., & Fulop, N. J. (2025). Artificial intelligence for diagnostics in radiology practice: a rapid systematic scoping review. *eClinicalMedicine*, *83*, 103228. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103228 s.8-10

Sistematik derleme çalışmaları, YZ'nin özellikle daha az deneyimli sağlık personelinin performansını iyileştirdiğini göstermektedir.[525] Bu kapsamda incelenen 25 adet çalışmanın 19'u hassasiyette (sensitivity), yine bu kapsamda incelenen 23 adet çalışmanın 13'ü ise özgüllükte (specificity) artış raporlamıştır.[526] Örneğin, meme kanseri taraması üzerine Ha ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, tek başına kullanılan bir yapay zekâ modelinin, radyologların standart yorumlamasına kıyasla daha yüksek bir hassasiyet oranı (%65,8'e karşı %55) sergilediği ve 1000 adet muayene başına daha fazla kanser vakası (17,4'e karşı 14,6) tespit ettiği bulgusu paylaşılmıştır.[527] Bu, YZ'nin gözden kaçabilecek lezyonları saptama kapasitesini göstermektedir. Nitekim, YZ radyologların atladığı 50 kanser vakasının 16'sını tespit etmeyi başarmıştır.[528] Bununla birlikte sistemin hatasız olmadığını belirtmekte de fayda vardır. Zira aynı çalışmada geriye kalan 34 adet kanser vakasının hem YZ hem de radyologlar tarafından gözden kaçırıldığı görülmüştür.

2.2.1.8 Uygulamadaki Zorluklar: Yanlış Pozitifler ve Entegrasyon Sorunları

YZ'nin getirdiği kazanımların yanında, dikkat edilmesi gereken zorluklar da mevcuttur. Nitekim yukarıda bahsedilen meme kanseri çalışmasında, YZ'nin özgüllüğünün radyologlara göre daha düşük olduğu (%91,5'e karşı %98,1) ve geri çağırma oranını artırabildiği tespit edilmiştir ki bu durum, sağlıklı bireylerin gereksiz ileri tetkiklere yönlendirilmesine neden olabilecektir.[529] Sistematik derleme çalışmaları da YZ'nin yanlış pozitif riskini artırabildiğini ve iş akışı verimliliği ile maliyet etkinliği üzerindeki net etkilerinin her zaman pozitif olmayabileceğine işaret ettiğini aktarmaktadır. Ayrıca, YZ modellerinin performansının, eğitildikleri veri setlerinin dışındaki klinik koşullarda veya farklı hasta popülasyonlarında düştüğü ve "dağılımsal kayma" (distributional shift) olarak bilinen teknik sorunun karşılaşılması muhtemel bir problem alanı olduğu belirtilmektedir.[530]

2.2.1.9 Patolojide Dijital Dönüşüm

2.2.1.9.1 Tüm Slayt Görüntüleme (WSI) ve Otomatik Analiz

Patoloji alanı, doku örneklerinin cam slaytlardan dijital "Tüm Slayt Görüntülerine"

---

[525] a.g.e.
[526] a.g.e.
[527] Ha SM, Lee JM, Jang MJ, Kim HK, Chang JM. (2025) Breast Cancer Detection with Standalone AI versus Radiologist Interpretation of Unilateral Surveillance Mammography after Mastectomy. Radiology. Apr;315(1):e242955. https://doi.org/10.1148/radiol.242955. PMID: 40197097.
[528] a.g.e.
[529] a.g.e.
[530] RamSoft. (2025). *Accuracy of AI diagnostics*. RamSoft. https://www.ramsoft.com/blog/accuracy-of-ai-diagnostics (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

(Whole Slide Imaging - WSI) dönüştürülmesiyle büyük bir dijital devrim yaşamaktadır.[531] YZ, bu dijitalleşmenin üzerine inşa edilmektedir. Üretken YZ modelleri, dijital patoloji görüntülerinde sanal boyama (farklı boyama tekniklerinin sonuçlarını simüle etme), sentetik veri üretimi (model eğitimi için veri setlerini zenginleştirme) ve otomatik anomali tespiti gibi yetenekler sunarak hem tanısal doğruluğu hem de iş akışı verimliliğini artırma potansiyeli taşımaktadır.[532] Bu teknolojiler, patologların rutin ve zaman alıcı görevlerden kurtularak daha karmaşık ve yoruma dayalı vakalara odaklanmalarına olanak tanımaktadır.

2.2.1.9.2 Kanser Teşhisinde Artan Hassasiyet ve Standardizasyon

YZ, patolojide kanser teşhisinin hassasiyetini ve tutarlılığını artırmaktadır. YZ algoritmaları, insan gözünün gözden kaçırabileceği mikroskobik düzeydeki doku desenlerini ve hücresel anormallikleri tespit ederek tanısal doğruluğu artırabilmektedir. Aynı zamanda, farklı laboratuvarlar ve patologlar arasındaki yorumlama farklılıklarını azaltarak tanı kriterlerinin standartlaştırılmasına katkıda bulunur, ki bu da hasta bakımının kalitesini ve tutarlılığını doğrudan etkilemektedir.[533]

2.2.1.10 Türkiye'den Başarı Örnekleri: Türk Beyin Projesi

2.2.1.10.1 Projenin Kapsamı ve Paydaşları

Türkiye'nin sağlıkta YZ alanındaki yetkinliğini gösteren en önemli projelerden biri, 2019 yılında (mülga) CBDDO ve Gazi Üniversitesi iş birliğiyle hayata geçirilen "Türk Beyin Projesi"dir. Bu proje, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı ile Yapay Zekâ ve Büyük Veri Analitiği Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (Gazi AI Center) gibi farklı kurum/kuruluşları bir araya getirerek, Türkiye'nin bu alandaki stratejik vizyonunun somut bir çıktısına işaret etmektedir.[534]

2.2.1.10.2 Beyin MR Görüntülerinde Gerçek Zamanlı Anomali Tespiti, Klinik Etki ve Uluslararası Tanınırlık

“Türk Beyin Projesi” kapsamında geliştirilen yerli YZ algoritması, beyin MR

[531] Brodsky, V., Ullah, E., Bychkov, A., Song, A. H., Walk, E. E., Louis, P., Rasool, G., Singh, R. S., Mahmood, F., Bui, M. M., & Parwani, A. V. (2025). Generative artificial intelligence in anatomic pathology. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, *149*, 298–318. https://doi.org/10.5858/arpa.2024-0215-RA, s.298-299

[532] a.g.e.

[533] Ahuja, S., & Zaheer, S. (2025). Advancements in pathology: Digital transformation, precision medicine, and beyond. *Journal of Pathology Informatics*, *16*, Article 100408. https://doi.org/10.1016/j.jpi.2024.100408, s.1-2.

[534] Gazi Üniversitesi. (2020). Türkiye'de bir ilk: Türk Beyin Projesi Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Gazi Üniversitesi iş birliği ile hayata geçirildi. https://mf.gazi.edu.tr/view/news/255338/turkiye-de-bir-ilk-turk-beyin-projesi-cumhurbaskanligi-dijital-donusum-ofisi-ve-gazi-universitesi-i (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

görüntülerinde karşılaşılan inme, kanama ve tümör gibi kritik anormallikleri 5 ila 10 saniye gibi olağanüstü bir hızda tespit edebilmektedir. Bu süre, bazı hastanelerde 15 güne kadar uzayabilen geleneksel raporlama süreçleriyle karşılaştırıldığında devrim niteliğinde görülmektedir. Çalışma sistematiği uyarınca yapay zekâ algoritması MR cihazından görüntü alındığı anda analize başlamakta ve anormal bir durum tespit ettiğinde, ilgili bölgeyi görüntü üzerinde renklendirerek hekimin mobil cihazına veya bilgisayarına anında bir uyarı göndermektedir. Bu, hekime gerçek zamanlı ve eyleme geçirilebilir bilgi sunmaktadır. Türk Beyin Projesinin, bugüne kadar 1000'in üzerinde hastanın görüntüsünü başarıyla analiz ettiği belirtilmektedir. Projenin en çarpıcı başarılarından biri, baş ağrısı şikayetiyle hastaneye başvuran 46 yaşındaki bir kadın hastanın beynindeki tümörün YZ tarafından erken evrede saptanması ve bu sayede hastanın hayatının kurtarılabilmiş olmasıdır. Bu teknoloji sayesinde konulan erken teşhis, acil müdahaleyi mümkün kılmış ve hasta hayata tutunmuştur. Bu olayın, aynı zamanda YZ tarafından teşhis konulan ilk vaka olarak dünya tıp literatürüne geçtiği belirtilmektedir. Projenin bu başarısı, uluslararası bilimsel dergilerde yayımlanmış ve geliştirilen teknolojiye yurt dışından taleplerin gelmesine destek olmuştur. Bu proje, sadece algoritmanın hızıyla değil, aynı zamanda inme gibi acil müdahale gerektiren durumlarda hekime anında bilgi sağlayarak tedavi şansını artırmasıyla da öne çıkmaktadır. [535]

Bu tür somut başarıların sürdürülebilir hale gelmesinin ve yaygınlaştırılmasının, teknolojik altyapının yanı sıra bu teknolojiyi etkin şekilde kullanabilecek nitelikli insan kaynağının varlığına bağlı olduğu da belirtilmektedir. Bu potansiyelin realize edilmesinin ise sadece teknolojik altyapının kurulmasıyla değil, aynı zamanda bu teknolojiyi kullanacak insan kaynağının yetiştirilmesiyle mümkün olacağı aktarılmaktadır. Nitekim 25 Şubat 2025 tarihli toplantıda, tıp ve mühendislik fakültelerinin müfredatlarında yapılacak bir revizyonla disiplinlerarası bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiği belirtilmiştir.[536] Söz konusu müfredat değişikliği yaklaşımının, "Türk Beyin Projesi" benzeri başarıların çoğaltılması ve sistemleştirilmesi için önemli olacağı değerlendirilmektedir.

[535] DHA. (2023, 27 Mayıs). *Tümör tespit eden 'yapay zekâ algoritması'na yurt dışından talep*. DHA. https://www.dha.com.tr/saglik-yasam/tumor-tespit-eden-yapay-zeka-algoritmasina-yurt-disindan-talep-2257366 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[536] 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Tablo 4. Radyoloji ve Patolojide YZ Destekli Tanısal Performans Karşılaştırması

Alan	Uygulama	Performans Metriği	Sonuç (YZ vs. İnsan / YZ+İnsan vs. İnsan)
Radyoloji	Meme Kanseri Taraması (Mamografi)	Hassasiyet (Sensitivity)	%65,8 (YZ) vs. %55 (Radyolog)
Radyoloji	Meme Kanseri Taraması (Mamografi)	Özgüllük (Specificity)	%91,5 (YZ) vs. %98,1 (Radyolog)
Radyoloji	Meme Kanseri Taraması (Mamografi)	Kanser Tespit Oranı (1000 muayene başına)	17,4 (YZ) vs. 14,6 (Radyolog)
Radyoloji	Genel Röntgen Raporlama	Verimlilik Artışı	Ortalama %15,5, maksimum %40'a varan artış (YZ+Radyolog)
Radyoloji	Beyin MR Analizi	Yorumlama Süresi	5-10 saniye (YZ) vs. 15 güne kadar (Geleneksel)
Patoloji	Kanser Teşhisi (Genel)	Tanısal Doğruluk	İnsan gözünün gözden kaçırabileceği ince desenleri tespit edebilme

2.2.1.11 Tedavinin Geleceği: Kişiselleştirilmiş Tıp ve İlaç Geliştirme

YZ, sağlık hizmetlerini tanı aşamasından tedavi aşamasına taşıyan köprüyü inşa etmektedir. Bu dönüşümün merkezinde, her hastanın biyolojik ve klinik özgünlüğünü dikkate alan kişiselleştirilmiş tıp ve bu tedavileri mümkün kılan ilaçların geliştirilme süreçlerinin yeniden şekillendirilmesi yer almaktadır. Kişiselleştirilmiş tıbbın getirdiği en büyük yenilik, "herkese aynı tedavi" anlayışını yıkarak yerine "her hastaya özel tedavi" yaklaşımını getirmesi ve böylece sağlıkta bir devrim yaratmasıdır.[537]

YZ, geleneksel ilaç geliştirmeyi, uzun ve maliyetli olan "deneme-yanılma" sürecinden, veriye dayalı bir "tasarım ve simülasyon" sürecine dönüştürmektedir. Geleneksel yöntemde, potansiyel bir ilacı bulmak için binlerce molekülün laboratuvarda sentezlenip test edilmesi gerekmekteyken, YZ platformları milyarlarca molekülü bilgisayar ortamında (*in silico*) tasarlayıp, etkinlik ve güvenlik profillerini simüle ederek en umut verici adayları seçebilmektedir.[538] Bu paradigma değişimi, sadece süreci hızlandırmakla kalmamakta, aynı zamanda Ar-Ge maliyetlerini düşürerek ilaçların daha erişilebilir olmasına ve ilaç firmalarının rekabet dinamiklerine uyum sağlamasına olanak tanımaktadır.[539] Yeni dönemde rekabet avantajı, sadece büyük laboratuvarlara sahip olmakla değil, en gelişmiş YZ platformlarına, en kaliteli ve en çeşitli veri setlerine ve bu ikisini bir araya getirebilen disiplinlerarası yeteneklere

[537] Sakhaa Alsaedi, Michihiro Ogasawara, Mohammed Alarawi, Xin Gao, Takashi Gojobori, (2025), AI-powered precision medicine: utilizing genetic risk factor optimization to revolutionize healthcare, *NAR Genomics and Bioinformatics*, Volume 7, Issue 2, June, https://doi.org/10.1093/nargab/lqaf038 s.18

[538] Forrest, F. (2025) *How AI and machine learning are transforming drug discovery*. Pharmaceutical Technology. https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/how-ai-and-machine-learning-are-transforming-drug-discovery (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[539] ComplexDiscovery Staff. (2024). *AI in pharmaceuticals: From discovery to market*. ComplexDiscovery. https://complexdiscovery.com/ai-in-pharmaceuticals-from-discovery-to-market (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

sahip olmakla belirlenecektir.

2.2.1.12 Genomik Veri Analizi ve Kişiye Özel Tedavi Planları

2.2.1.12.1 Omik Verilerin Entegrasyonu ile Hastalık Risk Tahmini

YZ, genomik, transkriptomik ve proteomik gibi çoklu "omik" verilerini, klinik verilerle birleştirerek hastalıkların genetik temelini anlama ve bireysel riskleri tahmin etme konusunda benzeri görülmemiş bir kapasite sunmaktadır.[540] Bu entegre yaklaşım, hastalıkların altında yatan mekanizmaların (patogenez) daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamakta ve önleyici tıp için yeni kapılar aralamaktadır. Örneğin, ANDES[541] gibi yeni nesil YZ araçları, insan genomundaki anomalileri tespit ederek, belirli hastalıklarla ilişkili olabilecek veya evrimsel süreçte önemli rol oynamış gen bölgelerini işaretleyebilmektedir.[542]

2.2.1.12.2 Genetik, Klinik ve Yaşam Tarzı Verilerinin Bütünleşik Analizi

Gerçek anlamda kişiselleştirilmiş tıp, sadece genetik verilere dayanmamaktadır. Kişiselleştirilmiş tıp, kesin teşhis kararları vermek, hastalıkların seyrini daha doğru tahmin etmek ve sağlık sonuçlarını iyileştiren tedaviler reçete etmek için bir kişinin genetiği, çevresi ve yaşam tarzı hakkındaki çok sayıda bilgiyi de kapsamaktadır. Bu bağlamda değerlendirildiğinde YZ, giyilebilir teknolojiler aracılığıyla toplanan yaşam tarzı verilerini (beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite, uyku düzeni vb.) ve elektronik sağlık kayıtlarındaki klinik bilgileri bütünleştirerek her hasta için dinamik ve bütüncül bir sağlık profili oluşturmaktadır.[543] Bu doğrultuda, tedavi planları sadece hastanın genetik yapısına göre değil, aynı zamanda anlık sağlık durumuna ve yaşam alışkanlıklarına göre ve yeni veri geldikçe mütemadiyen güncellenecek şekilde tasarlanmaktadır. Örneğin, IBM Watson for Oncology gibi sistemler, bir hastanın tümör genetiğini, klinik geçmişini ve en güncel tıbbi literatürü analiz ederek, onkoloji uzmanlarının tedavi önerileriyle %99 oranında uyumlu, kişiselleştirilmiş tedavi seçenekleri sunabilmektedir.[544]

---

[540] Sakhaa Alsaedi, Michihiro Ogasawara, Mohammed Alarawi, Xin Gao, Takashi Gojobori, (2025) AI-powered precision medicine: utilizing genetic risk factor optimization to revolutionize healthcare, *NAR Genomics and Bioinformatics*, Volume 7, Issue 2, June, https://doi.org/10.1093/nargab/lqaf038 s.1.

[541] Kanjilal, R., Campelo dos Santos, A. L., Arnab, S. P., DeGiorgio, M., & Assis, R. (2025). Genomic anomaly detection with functional data analysis. *Genes*, *16*(6), 710. https://doi.org/10.3390/genes16060710, s.1

[542] a.g.e.

[543] Udegbe, F. C., Ebulue, O. R., Ebulue, C. C., & Ekesiobi, C. S. (2024). AI's impact on personalized medicine: Tailoring treatments for improved health outcomes. *Engineering Science & Technology Journal*, *5*(4), 1386–1394. https://doi.org/10.51594/estj/v5i4.1040, s.1388-1390.

[544] Simbo AI. (2025, 28 Haziran). *Transforming personalized medicine: How AI tailors treatment plans through genetic and lifestyle data analysis*. Simbo AI. https://simbo.ai/blog/transforming-personalized-medicine-

2.2.1.13 İlaç Keşfi ve Geliştirme Süreçlerinde Yapay Zekâ

2.2.1.13.1 Hedef Tespiti ve Molekül Tasarımında Yapay Zekâ Platformları

YZ, ilaç keşfinin en erken aşaması olan yeni ilaç hedeflerinin (genler veya proteinler) belirlenmesi sürecini büyük ölçekli verileri işleyebilmesi sayesinde önemli ölçüde hızlandırmaktadır.[545] Bu bağlamda, örneğin, proteinlerin üç boyutlu yapısını yüksek doğrulukla tahmin edebilen AlphaFold modeli, bu alanda bir çığır açmıştır.[546] Benzer şekilde başka örneklerde de yine biyoteknoloji şirketlerinin, milyarlarca potansiyel ilaç molekülünü sanal ortamda tarayabilen, hedefe yönelik yeni moleküller tasarlayabilen ve bu moleküllerin etkinlik, güvenlik gibi özelliklerini tahmin edebilen uçtan uca YZ platformları geliştirdikleri ifade edilmektedir.[547]

2.2.1.13.2 Klinik Araştırmalarda Verimlilik: Hasta Seçimi ve Süreç Optimizasyonu

Klinik araştırmaların başarısız olmasının veya gecikmesinin en önemli nedenlerinden birinin, denemeler için uygun hastaların bulunmasındaki zorluklar olduğu belirtilmektedir. Nitekim yapılan araştırmalarda, klinik denemelerin yaklaşık %80'inin hasta alımındaki gecikmeler nedeniyle aksadığı belirtilmektedir.[548] Buna karşın YZ, milyonlarca hastanın elektronik sağlık kayıtlarını ve diğer büyük veri setlerini analiz edebilmekte, belirli bir denemenin karmaşık dahil etme ve hariç tutma kriterlerine en uygun hasta popülasyonunu saniyeler içinde belirleyebilmektedir.[549] Bu, sadece araştırma sürecini hızlandırmakla kalmaz, aynı zamanda denemelere doğru hastaların dahil edilmesini sağlayarak araştırmanın istatistiksel gücünü ve başarı olasılığını da artırmaktadır.[550]

---

how-ai-tailors-treatment-plans-through-genetic-and-lifestyle-data-analysis-3505802 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[545] Forrest, F. (2025, 26 Haziran). *How AI and machine learning are transforming drug discovery*. Pharmaceutical Technology. https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/how-ai-and-machine-learning-are-transforming-drug-discovery (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[546] Kanakia, A., Sale, M., Zhao, L., & Zhou, Z. (2025). AI in action: Redefining drug discovery and development. *Clinical and Translational Science*, *18*, e70149. https://doi.org/10.1111/cts.70149 s.1

[547] Pharmaphorum. (2024). AI and trusted data: The key to unlocking faster, more cost-effective drug discovery. https://pharmaphorum.com/digital/ai-and-trusted-data-key-unlocking-faster-more-cost-effective-drug-discovery (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[548] Bartzioka, A. G., Dalma, E. D., Gypa, F. -D., Kourou, C. K., Leontara, N. L., & C.-Ugarte, M. F. (2025). Improving participant recruitment in clinical trials: Comparative analysis of innovative digital platforms. *JMIR Public Health and Surveillance*, *11*, e56754. https://doi.org/10.2196/56754, s.2

[549] Azenkot, T., Rivera, D. R., Stewart, M. D., & Patel, S. P. (2025). Artificial intelligence and machine learning innovations to improve design and representativeness in oncology clinical trials. *American Society of Clinical Oncology Educational Book*, *45*, e473590. https://doi.org/10.1200/EDBK-25-473590, s.4

[550] Cutter, E. (2024, 27 Kasım). *Pharma AI is changing clinical trials by optimizing patient selection*. The REPROCELL Blog. https://www.reprocell.com/blog/biopta/pharma-ai-is-changing-clinical-trials-by-optimizing-patient-selection (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.2.1.13.3 Sektörel Raporlar ve Ekonomik Etki Değerlendirmesi

YZ'nin ilaç endüstrisindeki ekonomik etkisi çarpıcı boyutlardadır.[551] İlaç keşfinde YZ pazarının, 2023 yılında 1.8 milyar dolar olan büyüklüğünün, 2032-2034 döneminde 10 kat'tan fazla büyüyerek 13.1 milyar dolar olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu teknolojinin benimsenme hızı da dikkat çekicidir; ABD Gıda ve İlaç Dairesi'ne (FDA) sunulan YZ veya makine öğrenmesi içeren yeni ilaç ve biyolojik ürün başvurularının sayısı, 2018 yılında sadece 3 iken, 2023 yılında 170'e yükselmiştir.[552] Bu veriler, YZ'nin artık teorik bir potansiyel olmaktan çıkıp, endüstrinin temel bir bileşeni haline geldiğine işaret etmektedir.

2.2.1.14 Sağlık Kuruluşlarında Operasyonel Mükemmellik

2023-2025 yılları arasında sağlık sektöründe YZ uygulamalarının operasyonel mükemmellik açısından dramatik gelişmeler kaydettiği belirtilmektedir.[553] McKinsey'in 2024 araştırmasına göre, sağlık sektöründe YZ uygulamaları 2024 yılında %42 büyüme kaydederken 2025 yılında buna ilave olarak %40 büyüme daha kaydetmesi beklenmektedir.[554] Küresel sağlıkta YZ sektörünün 2024-2030 projeksiyonu bağlamında %524 büyüme göstererek 32.3 milyar dolardan 208.2 milyar dolara ulaşmasının öngörüldüğü aktarılmaktadır.

Operasyonel mükemmellik açısından en kayda değer kazanımlar verimlilik artışı ve yatırım getirileri performansında görülmektedir[555]. 5 yıllık yatırım getirileri potansiyeli %300'e kadar çıkabilmekte[556], sağlık liderlerinin %64'ü ise pozitif yatırım getirisi beklentilerine işaret etmektedir.[557] Deloitte'ın araştırmasına göre, organizasyonların çok

---

[551] Tecknoworks. (2025). *AI adoption in pharmaceutical innovation & drug development: 2025 industry report*. https://www.tecknoworks.com, s.1 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[552] Getz, K. (2025, 11 Haziran). New insights on the impact of AI-enabled solutions. *Applied Clinical Trials*, *34*(3). https://www.appliedclinicaltrialsonline.com/view/new-insights-on-the-impact-of-ai-enabled-solutions, s.3 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[553] Spatharou, A., Hieronimus, S., & Jenkins, J. (2020, 10 Mart). *Transforming healthcare with AI*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/transforming-healthcare-with-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[554] AIPRM. (2024). *50+ AI in healthcare statistics 2024*. https://www.aiprm.com/ai-in-healthcare-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[555] Martin, C. P., Lamb, J., Dahab, A., Jones, J., & Bhasker, S. (2025, 26 Mart). *Generative AI in healthcare: Current trends and future outlook*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/generative-ai-in-healthcare-current-trends-and-future-outlook (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[556] Arkangel AI. *Key metrics to measure the impact of AI in hospitals*. Erişim tarihi: 8 Temmuz 2025, https://www.arkangel.ai/blog-ai/key-metrics-to-measure-the-impact-of-ai-in-hospitals (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[557] Martin, C. P., Lamb, J., Dahab, A., Jones, J., & Bhasker, S. (2025, 26 Mart). *Generative AI in healthcare: Current trends and future outlook*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/generative-ai-in-healthcare-current-trends-and-future-outlook (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

büyük bir bölümünün verimlilik artışı beklediği, %74'ünün ise beklentileri karşıladığı veya aştığı belirtilmektedir.[558]

2.2.1.14.1 Hasta Akışı ve Yatak Yönetiminin Optimizasyonu

Hasta akışı ve yatak yönetimi alanında YZ uygulamalarının önemli operasyonel iyileştirmeler sağladığı belirtilmektedir.[559] Münih Teknik Üniversitesi'nin çalışmasına göre, makine öğrenmesi tabanlı öngörü sistemleri acil hasta öngörüsünde %17 iyileştirme sağlayabilmektedir.[560] Dahası yatak sayılarının yönetimi performansında ise %5.3 artış sağlanmıştır.[561]

Gerçek dünya uygulamalarının da bu teorik kazanımları desteklediği belirtilmektedir.

- ABD'de Cleveland Clinic, 23 adet hastaneyi ve 6.728 adet yatağı kapsayan YZ destekli Sanal Komuta Merkezi (Virtual Command Center) ile 2024 yılında 15,7 milyon ayakta ve 333.000 yatan hastanın tedavi süreçlerini optimize etmiştir.562
- ABD hastanelerinin %25'i tahminsel analiz kullanmakta, Avrupa'da sağlık kuruluşlarının %53'ü 2024 yılı sonu için robotik tıp uygulamalarına geçmeyi hedeflemektedir.563
- Birleşik Krallık'ta Kettering General Hospital'ın 14 haftalık pilot YZ projesi, "İnsan-döngü-içinde"(human-in-the-loop) yaklaşımıyla NHS İngiltere'nin en dijital hastanesi olma hedefi bağlamında YZ destekli yatak tahsisi karar destek sistemi geliştirmiştir.564

2.2.1.14.2 Personel Planlama ve Görev Dağılımı

Personel planlama ve görev dağılımında YZ uygulamaları, sağlık sektöründe kayda

---

[558] Deloitte AI Institute. (2024). *The State of Generative AI in the Enterprise: Now decides next*. Deloitte. https://www.deloitte.com/us/en/what-we-do/capabilities/applied-artificial-intelligence/content/state-of-generative-ai-in-enterprise.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[559] Schäfer, F., Walther, M., Grimm, D. G., & Hübner, A. (2023). Combining machine learning and optimization for the operational patient-bed assignment problem. *Health Care Management Science*, *26*, 785–806. https://doi.org/10.1007/s10729-023-09652-5, s.785

[560] a.g.e.

[561] a.g.e.

[562] Cleveland Clinic. (2025, 25 Mart). *Cleveland Clinic and G42 to advance healthcare through artificial intelligence*. https://newsroom.clevelandclinic.org/2025/03/25/cleveland-clinic-and-g42-to-advance-healthcare-through-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[563] AIPRM. (2024). *50+ AI in healthcare statistics 2024*. https://www.aiprm.com/ai-in-healthcare-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[564] Accelerated Capability Environment. (2023). *Using AI to improve patient bed allocation decisions in hospital*. GOV.UK. https://www.gov.uk/government/case-studies/using-ai-to-improve-patient-bed-allocation-decisions-in-hospital (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

değer verimlilik kazanımları sağlamaktadır.[565] Sağlık sektörü liderlerinin %85'i YZ becerilerini fark etmiş ve benimsemiş durumdadır.[566] PwC'nin 2024 Global Yapay Zekâ İş Barometresi'ne göre, YZ'ye maruz kalan sektörler %480 daha yüksek verimlilik artışı yaşamaktadır.[567] Personel planlama ve görev dağılımında YZ algoritmalarının kullanılmasının faydaları açısından şu örnekler sıralanabilir:

- Özellikle vardiya yönetimi ve personel planlaması alanında, örneğin, Norveç'teki Globus.ai sistemi, doğal dil işlemeyi ve derin öğrenmeyi kullanarak boş vardiya doldurma süresinde %90 zaman tasarrufu sağlamaktadır.[568]
- Fraser Health ve Deloitte işbirliği ile geliştirilen YZ destekli hekim planlama çözümü, 7 günlük dönemde hasta talebini tahmin etmekte ve personel seviyelerini proaktif olarak ayarlamaktadır.[569] Sistemin doğruluk oranları ertesi gün için %91'ken 7 güne kadar %81'dir.[570]
- LeanTaaS iQueue sistemi, yatan hasta akışı için YZ destekli iş gücü yönetimi sağlayarak reaktif kaos yönetimi yerine proaktif personel planlaması gerçekleştirmektedir.[571]
- Olive AI İş Gücü Çözümü Ohio'da 450.000'den fazla talep durumu kontrolünü ve 250.000'den fazla ücret düzeltmesini işleyerek idari görevlerin otomasyonu ile personelin iş yükünü önemli ölçüde azaltmıştır.[572]

---

[565] Knight, D. R. T., Aakre, C. A., Anstine, C. V., Munipalli, B., Biazar, P., Mitri, G., Valery, J. R., Brigham, T., Niazi, S. K., Perlman, A. I., Halamka, J. D., & Dabrh, A. M. A. (2023). Artificial intelligence for patient scheduling in the real-world health care setting: A metanarrative review. *Health Policy and Technology*, *12*(4), 100824. https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2023.100824

[566] Deloitte AI Institute. (2024). *The State of Generative AI in the Enterprise: Now decides next*. Deloitte. https://www.deloitte.com/us/en/what-we-do/capabilities/applied-artificial-intelligence/content/state-of-generative-ai-in-enterprise.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[567] PwC. (2024). *2024 Global AI Jobs Barometer*. https://www.pwc.com.tr/ai-jobs-barometer

[568] Kumar Chebrolu, Dan Ressler ve Hemnabh Varia, *Artificial intelligence in health care: Smart use of artificial intelligence in health care*, Deloitte Insights, Deloitte Center for Health Solutions, Ekim, 2020. https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/artificial-intelligence-in-health-care.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[569] Stefanson, C. (2024). *Leveraging artificial intelligence to assist with scheduling*. Fraser Health. https://www.fraserhealth.ca/news/2024/Sep/Leveraging-artificial-intelligence-to-assist-with-scheduling (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[570] Balzer, J. (2024). *AI will help with scheduling needs at Burnaby Hospital, Fraser Health says*. Burnaby Now. https://www.burnabynow.com/local-news/ai-will-help-with-scheduling-needs-at-burnaby-hospital-fraser-health-says-9519959 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[571] LeanTaaS. (2023). *5 ways to use AI and automation to optimize hospital staffing*. LeanTaaS. https://leantaas.com/blog/5-ways-to-use-ai-and-automation-to-optimize-hospital-staffing (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[572] Chebrolu, K., Ressler, D., & Varia, H. (2020, 22 Ekim). *Artificial intelligence in health care*. Deloitte Insights. https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/artificial-intelligence-in-health-care.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.2.1.14.3 Türkiye'deki Hastanelerde Potansiyel Uygulama Alanları

Türkiye'deki şehir hastaneleri gibi büyük ölçekli ve kapsamlı operasyonel yapıya sahip sağlık kuruluşları, operasyonel YZ uygulamaları için önemli bir potansiyel barındırmaktadır. ABD ve İngiltere'deki başarılı vaka çalışmalarının benzer modellerinin Türkiye'de uygulanmasının; hasta bekleme sürelerini azaltacağı, kaynak kullanımını optimize edeceği ve önemli maliyet tasarrufları sağlama yoluyla büyük fırsatlar sunacağı söylenebilir. Bu tür uygulamaların, Türkiye'nin sağlık altyapısını daha verimli, esnek ve hasta odaklı bir yapıya kavuşturma potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Türkiye'de sağlık sektöründe YZ uygulamalarının büyüklüğünün 2022'deki 0,06 milyar dolar düzeyinden 2030'da 1,12 milyar dolara çıkması beklenmektedir.[573] Bu da yıllık olarak yaklaşık %45,72 büyüme oranının beklendiğine işaret etmektedir.[574] UYZS kapsamında sağlık sektörü ehemmiyet verilen alanlardan biri olarak belirlenmiştir.[575] Bu çerçevede Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB) bünyesindeki TÜYZE (Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü) aktif olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

Türkiye'de sağlık alanında YZ uygulamalarının hastaneler özelindeki örneklerine bakıldığında, özel sektörde Acıbadem Ataşehir Hastanesi'nde 900 Hanwha Vision kamera sistemi ile YZ destekli güvenlik ve hasta takip sisteminin kurulduğundan[576] ve Cerebral Plus Projesi kapsamında medikal veri işleme ve YZ uygulamalarının geliştirildiğinden bahsedilebilmektedir.[577] Memorial Sağlık Grubu ise mamografi taramalarında küçük lezyonların erken tespiti ve akciğer nodüllerinin YZ ile erken teşhisini yapabilmektedir.[578]

Ayrıca Türkiye'de sağlık teknolojileri alanında YZ tabanlı çözümler geliştiren yerli girişimler de bulunmaktadır. Örneğin, Hevi.ai adlı firma, tıbbi görüntüleme ve teşhis süreçlerinde hekimlere destek olmak amacıyla YZ sistemleri geliştirdiğini beyan etmektedir.

---

[573] Upadhyay, V. (2023). *Turkey artificial intelligence (AI) in healthcare market report 2022 to 2030*. Insights 10. https://10insights10.com/report/turkey-artificial-intelligence-ai-in-healthcare-market-analysis (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[574] a.g.e.

[575] a.g.e.

[576] An, D.-S. (2024, 31 Ekim). *Major healthcare group in Turkey leverages AI video system to enhance safety and efficiency at hospital*. Hanwha Vision Europe. https://hanwhavision.eu/major-healthcare-group-in-turkey-leverages-ai-video-system-to-enhance-safety-and-efficiency-at-hospital (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[577] BThaber. (2020). *Acıbadem, şimdi de dijital sağlık yönetim sistemi ihraç ediyor!* https://bthaber.com/acibadem-simdi-de-dijital-saglik-yonetim-sistemi-ihrac-ediyor (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[578] Memorial Sağlık Grubu. *Memorial Sağlık Grubu, patolojide yapay zekâ dönemini başlattı. Patoloji, hastalıkların "altın standart" olarak adlandırılan kesin tanısının konulduğu, kanser başta olmak* [Post]. LinkedIn. https://www.linkedin.com/posts/memorial-health-group_memorial-sa%C4%9Fl%C4%B1k-grubu-patolojide-yapay-activity-7289609417245749250-EWWf/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Hevi.ai firması bu bağlamda inme (hStroke), prostat (hProstate), akciğer (hChestX) ve meme (hBreastMMG) görüntülemesine yönelik çeşitli yazılımlar kullandığını bildirmektedir. Bu tür uygulamaların, teşhis süreçlerinin hızlandırılmasına ve doğruluğunun artırılmasına yardımcı olmayı hedeflediği aktarılmaktadır.[579]

2.2.1.15 Öneriler

1. Akıllı Hastane Komuta Merkezlerinin Kurulması (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Özellikle büyük şehir hastanelerinde, YZ destekli **"Dijital Sağlık Yönetim Merkezleri"** kurulmalıdır. Bu merkezler, hasta akışı, yatak kullanımı, personel planlaması ve ameliyathane takvimlerini gerçek zamanlı verilerle optimize etmelidir.
- **Gerekçe:** Bu bölümde aktarılan Johns Hopkins ve Tampa General Hospital örneklerinde, bu tür merkezlerin hasta transferlerini %60 hızlandırdığı ve acil servis bekleme sürelerini %25 azalttığı belirtilmiştir. Türkiye'deki büyük sağlık kampüslerinde benzer modellerin pilot olarak hayata geçirilmesi, kaynak israfını önleyecek ve hasta bekleme sürelerini ciddi oranda kısaltacaktır.

2. İdari ve Operasyonel Süreçlerin Optimizasyonu (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Hekim ve sağlık çalışanlarının üzerindeki idari yükü azaltmak üzere; tıbbi dokümantasyon, rapor yazımı, hasta takvimleme, iş gücü optimizasyonu ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda YZ tabanlı otomasyon ve tahminleme araçları devreye alınmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, YZ'nin hekimlerin iş yükünü hafifletmedeki somut etkisine dikkat çekilmektedir. Radyoloji raporlama verimliliğini %40'a varan oranlarda artıran örnekler, idari süreçlerin otomasyonunun da benzer şekilde personeli asıl odakları olan hasta bakımına yönlendireceğini göstermektedir. Öngörücü modeller, kaynak israfını ve bekleme sürelerini azaltarak maliyet verimliliğine doğrudan katkı sunabilecektir.

3. Yerli ve Millî Sağlık Yapay Zekâsı Ekosisteminin Desteklenmesi (Vade: Uzun)

- **Öneri:** İlaç keşfi, genom analizi ve operasyonel verimlilik gibi stratejik alanlarda yerli YZ çözümleri geliştiren start-up'lara, üniversitelere ve araştırma merkezlerine yönelik özel Ar-Ge teşvikleri, hibe programları ve kamu-özel sektör iş birliği modelleri hayata geçirilmelidir. Ayrıca, kamu alımlarında yerli YZ ürünlerine belirli bir puan avantajı veya pilot alım önceliği tanınmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, bu alanın sadece tıbbi değil, 869,9 milyar dolarlık bir pazara ulaşma potansiyeliyle ekonomik olarak da stratejik önemi vurgulanmaktadır. Dışa

[579] Hevi.ai. *Hevi.ai*. https://hevi.ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

bağımlılığı azaltmak, yerli girişimler için pazar oluşturmak ve Türkiye'yi "üreten sağlık" vizyonunda lider yapmak için bu bütüncül destekler şarttır.

4. Tıp Eğitiminde ve Uzman Yetiştirmede Yapay Zekâ Yetkinliğinin Artırılması (Vade: Orta)

- **Öneri:** Tıp fakülteleri müfredatına "Tıbbi Yapay Zekâ" dersleri eklenmeli; tıp ve mühendislik fakültelerinin ortaklaşa yürüteceği "Tıp Bilişimi ve Yapay Zekâ" gibi multidisipliner yüksek lisans/doktora programları açılarak hem klinik bilgiye hem de veri bilimine hakim uzmanlar yetiştirilmelidir.
- **Gerekçe:** "Türk Beyin Projesi" gibi başarılar, tıp ve mühendislik bilimlerinin entegrasyonuyla ortaya çıkmıştır. Bu bölümde detaylandırılan YZ uygulamalarının klinikte etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi, bu teknolojilerin mantığını ve sınırlarını bilen hekimler ve bu sistemleri geliştirebilecek çift yetenekli uzmanlar gerektirir. Nitelikli insan kaynağı, uzun vadede Türkiye'nin bu alandaki en önemli güvencesi olacaktır.

5. "Dijital İkiz" Uygulamaları için Araştırma Programlarının Başlatılması (Vade: Uzun)

- **Öneri:** Hastanın biyomedikal, genomik ve yaşam tarzı verilerini kullanarak sanal bir kopyasını oluşturan "dijital hasta ikizi" konseptini sağlık sistemine kazandırmak için ulusal bir araştırma ve geliştirme programı başlatılmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, kişiselleştirilmiş tedavinin ve "her hastaya özel tedavi" yaklaşımının önemi vurgulanmaktadır. Dijital ikiz teknolojisi, bu vizyonun en ileri uygulamasıdır. Bir tedavi veya cerrahi girişimin sonuçlarını hasta üzerinde denemeden önce sanal kopya üzerinde simüle etme imkânı, en doğru tedaviye en az riskle ulaşmayı sağlayarak kişiselleştirilmiş tıbbı devrim niteliğinde bir seviyeye taşıyacaktır.

2.2.2 Eğitim Alanında Kazanımlar

Eğitim hayatın tözünü ve toplumun temelini oluşturur. Eğitimin nitelik düzeyinin toplumun ekonomik, sosyal, politik ve kültürel gelişiminin niteliği üzerine doğrudan etki ettiği kabul edilir.[580] Eğitim, tüm sistemsel yapılara kıyasla daha uzun bir zaman içerisinde faydasını veya faydasızlığını gösterir. Birçok yapı içerisindeki sistem hatası görece daha kısa bir zamanda giderilirken, eğitimin sistemsel hatalarını düzeltmek uzun zaman alır ve bir neslin tamamına sirayet edebilir. Bu nedenle YZ sistemlerinin entegrasyonu sürecinde eğitim

[580] Ereş, F. (2005). 'Eğitimin Sosyal Faydaları: Türkiye-AB Karşılaştırması'. Milli Eğitim Dergisi 33 (167). https://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/167/index3-eres.htm (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

belki de en hassas düşünülmesi ve planlanması gereken alandır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de eğitim alanının geleceği için öncelikle doğru bir algılama ve doğru yatırımlarla eğitimin devamlılığını ve dayanıklılığını sağlamak esastır. YZ sistemleri ile eğitim hedeflerini, uygun bir maliyet içerisinde ve çok kapsamlı gerçekleştirmek imkânı doğmaktadır. Öğretmen kısıtlarına çözüm üretmek ve emeklerin verimliliğini sağlamak, öğrencilerin özellikle kız çocuklarının ve dezavantajlı çocukların eğitime erişiminde fırsat eşitliği yaratmak ve tüm öğrencilere kişiselleştirilmiş eğitim programları oluşturmak; eğitim kurumlarının verimliliğini artırarak YZ desteğiyle katma değerli bir çalışma ortamı oluşturmak mümkündür.[581] Ayrıca bireysel veya mesleki anlamda yaşam boyu kaliteli eğitim fırsatları yaratmak, yeni gelişen mesleklere dair yetkinlik kazanımlarında ivme ve gelişmiş beceriler sağlamak YZ sistemlerinin kazanımları içerisinde yer almaktadır.

YZ sistemlerinin eğitime entegre edilmesi için veri güvenliği ve etik tedbirlerin alınmasının yanı sıra gerçekleştirilmesi gereken öncelikli konular arasında aşağıdaki başlıklar yer almaktadır:

1. Teknik alt yapı
2. Dijital kaynaklara erişim
3. Yetişmiş insan gücü
4. Veri mühendisliği
5. Makine-insan-doğa dengesine uygun eğitim tasarımı

YZ sistemlerinin eğitime entegre edilmesi için gereken altyapı ihtiyaçlarının karşılanmasının yanı sıra eğitimin temel nitel yapı taşlarının da ele alınması önem taşımaktadır. Bu aşamadaki en temel çalışma 'başarılı bir eğitimin yapı taşlarının neler olması gerektiği' sorusunun irdelenmesi çalışmasıdır. YZ destekli eğitimin başarısı için analitik ve kritik değerlendirme yetkinliklerini geliştirmek öncelikli zorunluluktur. Bu zorunlu yetkinlik için eğitimde dikkate alınması gereken ilkeler ise şu şekilde çerçevelenmiştir: hata ve yanılsamayı aşmak; akla uygun bilginin ilkelerini öğretmek; insanlık durumunu öğretmek; dünyalı kimliğini öğretmek; belirsizlikleri yönetme becerisi kazandırmak; anlamayı öğretmek ve insan türünün etiğini aktarmaktır.[582]

---

[581] Milli Eğitim Bakanlığı (2024a). Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Uluslararası Forumu Raporu. Sümeyye Hatice Eral (ed.). Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://www.scribd.com/document/786682490/11104346-Meb-Egitimde-Uyz-Formu-Raporu-Web-28082024-Tr. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[582] Morin, E. (2013). Geleceğin Eğitimi İçin Gerekli Yedi Bilgi. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Literatürde var olan başarılı eğitimin yetkinlik değerlerini, YZ sistemleri destekli eğitim tasarımlarının temeline almak bir zorunluluk olmakla beraber yeterli görülmemektedir. YZ sistemlerinin eğitime entegrasyonunda sistemin Anadolu'nun doğa anlayışı çerçevesinde ele alınması, tüm paydaşlar açısından hem yüksek kazanımlı hem düşük riskli olmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Öğrenim yaklaşımı çağın gerekliliklerine uygun tasarlanamadığında, YZ sistemlerinin eğitime entegrasyonu, toplumun aleyhine çıktılar üretecektir. Öte yandan doğru eğitim anlayışı üzerine ve teknik yeterliliklere sahip olarak eğitime entegre edilecek YZ sistemleri ile üstün kazanımlar elde edilecektir. Bu temel bilgileri doğanın rehberliğinde eğitime entegre ederek, hedeflenen başarılı çıktıların kazanılması mümkün gözükmektedir.

Yapay zekâ sistemlerinin eğitime entegre edilmesi sürecinin birçok paydaşı olmakla beraber öncelikli üç kilit paydaşı bulunmaktadır. Kurulacak eğitim sisteminin, aşağıdaki paydaşları merkeze alarak tasarlanması uygundur:

1. Öğretim ve Öğretmen
2. Öğrenme ve Öğrenci
3. Yönetim ve Eğitim Kurumları

Bu paydaşların durumsalları, beklentileri ve ihtiyaçlarının gerçekçi analizi ve tespitleri üzerinden YZ sistemlerinin eğitim felsefesinin ilkelerine bağlanarak harmanlanması, faydayı maksimize etmesi, çabaların anlamlı çıktılara dönüşmesi için rehber olacaktır.

2.2.2.1 Öğretim ve Öğretmen

Öğretmenler eğitimin bel kemiğidir ve bu durum YZ sistemli eğitimde de aynı önemini koruyacaktır. Öğretim açısından eğitim alanı değerlendirildiğinde, hedeflenen eğitim başarıları için yakın dönemde çözümlenmesi gereken öncelikli sorunlar aşağıdaki şekilde özetlenmektedir:[583]

2.2.2.1.1 Yeterli seviyede öğretmen kapasitesi

Gelişen ihtiyaçlara uygun yetkinlikte öğretmen istihdamına sahip olmak kilit bir öneme sahiptir. Ancak yakın gelecekte yeterli yetkin öğretmen istihdam kapasitesine sahip olunamayacağı öngörülmektedir. UNESCO, kapsayıcı ve eşitlikçi eğitimi sağlamayı amaçlayan Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin gerçekleşmesi için 2030 yılına kadar küresel

[583] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

olarak 44 milyon öğretmene daha ihtiyaç duyulacağını tahmin etmektedir.[584] Bu büyüyen öğretmen açığı hem gelişmiş hem de gelişmekte olan tüm ülkeleri etkilemektedir. Öte yandan teknolojik gelişmeler yaşam boyu eğitim ile yeniden beceri edinme ve yeni beceriler geliştirme ihtiyacının artmasına neden olmaktadır.

WEF'in "İşlerin Geleceği Raporu"na[585] göre var olan işlerin dörtte birinin önümüzdeki beş yıl içinde dönüşmesi ve ortalama olarak tüm işlerde gereken temel becerilerin %40'ından fazlasının bu süre zarfında değişmesi beklenmektedir. Her eğitim seviyesinde yer alan eğitim rollerinin dönüşeceği ve öğretmen ihtiyacının artacağı ancak günümüz perspektifinden bakıldığında yeterli sayıda öğretmen kapasitesinin olmayacağı öngörülmektedir.[586]

2.2.2.1.2 İdari ve değerlendirme süreçlerinin yükü

Var olan emek kapasitesinin verimli kullanılamaması dönemimizin ikinci sorunsalı olarak karşımıza çıkmaktadır. Tekrarlayan idari görevler ve değerlendirme süreçlerinin yükü öğretmenlerin iş verimliliğinde önemli bir engel oluşturmaktadır. McKinsey & Company'nin[587] sınırlı bir ülke örneklemiyle yaptığı çalışmaya göre öğretmenlerin çalışma zamanlarının sadece yarısını öğrenci etkileşimi ve iletişimine ayırabildikleri görülmektedir.

OECD[588] tarafından gerçekleştirilen öğretim ve öğrenme uluslararasına yönelik araştırma raporunda hem ilk hem de ortaöğretimdeki öğretmenlerin ana stres kaynağının, sırasıyla %47 ve %48 oranında "çok fazla idari iş yükü" olduğu ortaya çıkmaktadır. Değerlendirme, eğitimin içinde yer alan öğrenimsel kazanımların bir parçasıdır. Eğitim sistemleri, okul yılı boyunca öğrencilerin anlayışını düzenli olarak değerlendirmeyi ve geri bildirimlerle kazanımlar elde etmeyi amaçlar. Ancak öğretmen sayısı kısıtları ve öğretmenlerin iş yükü fazlalığı bu süreçlerin hedeflenen düzeyde gerçekleşmemesine yol açmaktadır. Değerlendirme süreçleri, beklenen öğrenim kazanımlarını sağlamakta hem yetersiz hem verimsiz kalmaktadır.

---

[584] UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[585] World Economic Forum (2023). Future of Jobs Report 2023. Insight Report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[586] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[587] Mckinsey & Company (2020). How artificial intelligence will impact K-12 teachers. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Social%20Sector/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20will%20impact%20K%2012%20teachers/How-artificial-intelligence-will-impact-K-12-teachers.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[588] OECD (2020), TALIS 2018 Results (Volume II): Teachers and School Leaders as Valued Professionals, TALIS, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/19cf08df-en. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.2.2.1.3 Dijital kaynaklara erişim ve yetkinlik kapasitesi

Dönemimizin son sorunsalını dijital alan yetkinliklerde karşılaşılan kısıtlar oluşturmaktadır. Üretken YZ'nin büyük bir ekonomik değer yaratma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Bu potansiyel ancak YZ ve benzeri teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılma yeteneğine ve isteğine sahip olunacağı varsayımına dayanmaktadır. Bu kazanımların yaygınlaştırılmasındaki en önemli aktörlerden biri de öğretmenlerdir. Bilgiyi yayacak olan öğretmenlerin dijital kaynaklara erişiminin artırılması ve yetkinlik kapasitesinin oluşturulması doğrudan öğrencilerin dijital alan yetkinliklerinin yaygınlaşmasını da sağlayacaktır.

Bu kısıtlar karşısında, YZ sistemlerinin eğitimle harmanlanması ile öğretmen ve öğretme açısından birçok kazanım elde etmek; kısıtları aşmanın ötesinde eğitim başarısına ivme kazandırmanın mümkün olduğu tüm literatür tarafından kabul görmektedir. Zira hem yerel hem küresel raporlarda incelendiği üzere YZ sistemlerinin eğitimle harmanlanmasının birçok olumlu kazanım sağlaması beklenmektedir. Öğretmen ve öğretim açısından beklenen kazanımlar şu şekilde özetlenmektedir:

1. YZ sistemlerinin kullanımı ile öğretmenlerin iş ve emek gücünün verimli kullanılmasını sağlamak.[589]

Sürekli tekrar eden idari işlerin YZ sistemleri tarafından üstlenilmesi ve öğretmenlerin idari yükünü alması teknolojinin, eğitim alanındaki en tartışmasız kazanımı olarak görülmektedir. Doğru gelişmiş YZ sistemleri ile ödev zamanlamalarını bildirmek, ders öncesi ve sonrası çeşitli hatırlatmalar yapmak, grup çalışmaları için grupları oluşturmak, çalışmaların teslimlerini takip etmek ve benzeri eğitim organizasyonlarında önemli bir fayda yaratılabilecektir. Doğru oluşturulmuş sistemler ile öğrencinin ödevlerine yardımcı olan, öğretim ihtiyaçlarına uygun ve önceden onaylanmış ders planlarına benzer ders planları önererek öğretmenin iş yükünü azaltan, bir tür öğretim asistanı olarak konumlanan sistemlerin de önemli fayda sağlaması beklenmektedir.

2. Öğrencileri yakından takip etmek, kişiselleştirilmiş içerik üretmek ve daha fazla öğretici zaman yaratmak.[590]

YZ sistemleri ile öğrencilerin gelişimlerinin yakından izlemenmesi ve gelişim süreçlerine uygun içerik üretimi kolaylığı sağlanabilecektir. Bu kolaylık öğretmenlerin,

[589] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[590] a.g.e.

öğrencilerinin pedagojik gelişimlerine yakından destek vermeyi ve öğretici zamanları artırmayı sağlayacaktır. Bu aşamada iki hassasiyetin dikkat alınması gerekmektedir. İlki veri gizliliği, mahremiyetin korunması ve gözetimin engellenmesidir. İkinci konu ise YZ'nin insan öğrenimi konusundaki sınırlılığı ve riskleridir. Bu risklerin önlenmesi ile YZ önemli bir kazanım sağlayacak, eğitimi yakından takip edilen bir öğrencinin ihtiyaçlarını zamanında fark etmek ve YZ sistemleri yardımıyla ek ve özgün eğitim içerikleri hazırlamak mümkün olabilecektir.

3. İçerik üretimi ve çeşitliliğin geliştirmesini; geliştirilen içeriğin uygulanmasını ve çok kanallı yayılmasını mümkün kılmak.[591]

Özgün eğitim içeriklerini ve özel yeteneklere sahip öğretmenleri fiziksel olarak çoğaltmak genellikle mümkün olmamaktadır. YZ sistemleri ile desteklenen eğitim programlarında bu fiziksel ve yayılım kısıtları aşılabilecektir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken en hayati konunun hazırlanan içeriğin hem pedagojik hem tasarım olarak uygunluğunun hassas kontrollerinin yapılmasıdır.

4. Eğitimde dezavantajlı gruplar için fırsat eşitliği yaratmak ve eğitimin yerel ihtiyaçları karşılayacak şekilde özelleştirilebilmesini sağlamak.[592]

Tüm öğrencilerin ama özellikle dezavantajlı durumda bulunan, çeşitli nedenlerle eğitime ulaşamayan kız çocuklarına ulaşmak veya özel ihtiyaçları olan öğrencilerin gelişimi için erişim sağlamak, eğitim materyalleri oluşturmak ve gelişimini yakından takip etmek YZ destekli eğitim ile gerçekleşebilecektir. Örneğin var olan eğitim kapasitesi içerisinde, engelli bir öğrenciye özgün bir program geliştirmek ve yeterli öğretmen desteği sağlamak kolay olmamaktadır. Ancak YZ sistemiyle desteklenen eğitimde özgün içerikler tasarlamak, öğretmenlerin öğretici zamanlarını arttırmak ve böylece özgün olarak eğitim programlarını uygulamak ve yaygınlaştırmak mümkün olacaktır. Keza, göçmen çocukların dil gelişimine de bu şekilde kapsamlı destek verilebilecektir.

Özetle, belli engellere sahip öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun ve gelişimlerini olumlu olarak destekleyebilecek eğitim tasarımları hem bireysel hem toplumsal olarak önemli bir kazanım olacaktır. Fırsat ve erişim eşitliği perspektifinden, dezavantajlı durumda bulunan özellikle kız çocuklarının eğitimlerinin YZ sistemleri desteği ile çok ideal bir hedefle

[591] Office of Educational Tecnology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[592] UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

gerçekleşmesi mümkündür. Ancak sistemlerin doğru kurgulanmaması, teknolojiye erişim ve okuryazarlık kısıtlarının aşılamaması durumunda dezavantajlı konumun çok daha derinleşmesi riski de bulunmaktadır.

5. Mesleki gelişim, bilimsel araştırma, alana dair pratik ve güncel kazanım için zaman ve fırsat yaratmak.[593]

Öğretmenlerin öğrencilere hem teorik hem de pratik destek verebilmesinin ilk şartı gelişimlere ve ihtiyaç duyulan yeni yetkinliklere hâkim olabilmesi ölçüsünde gerçekleşmektedir. Ancak bu çalışmalar için bilgi, deneyimleme ve zaman kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. YZ sistemleri ile hem zaman ve bilgi kaynaklarını zenginleştirmek hem de öğretmenlerin kişisel gelişimlerini desteklemek mümkün olacaktır.

6. YZ sistemleri destekli eğitim ile öğretmenlik mesleğinin geliştirilmesini ve teşvik edilmesini sağlamak.[594]

Öğretmenlerin idari yüklerini hafifleterek gelişime zaman kaynağı yaratmak, öğrencilerle kaliteli eğitim süreçleri sağlayacak ortamları oluşturmak, bilimsel araştırma kaynaklarını ve araştırma zamanını arttırmak, özgün içerikleri geliştirmek için bilgi ve bilimsel alan uzmanlık desteği sağlamak yoluyla YZ destekli eğitim ile öğretmenlik mesleğini ve geliştirilmesini teşvik etmek mümkün olacaktır.

2.2.2.2 Öğrenme ve Öğrenci

Global eğitim anlayışı; öğrencilerin aktif öğrenenler olarak eğitimlerini almalarını, anlayışlarını geliştirecek tartışmalara katılmalarını, kavramları gerçek dünyayla ilişkilendirmek için görselleştirmeler ve simülasyonlar kullanmalarını, öğrenirken zamanında yapılan geri bildirimlerden yararlanarak gelişimlerinin desteklenmesini, nihai olarak analitik ve kritik değerlendirme yetkinliklerinin geliştirilmesini hedeflemektedir.[595],[596] Teknolojik gelişmelerin de bu bağlamda öğrencilere destek vermesi beklenmekte ve YZ sistemlerinin de bu çerçeve içerisinde eğitime uyarlanması hedefi bulunmaktadır.

---

[593] OECD (2024). Education Policy Outlook 2024. Reshapıng Teachıng Into A Thrıvıng Professıon From Abcs To AI. OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/dd5140e4-en (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[594] a.g.e.

[595] Millî Eğitim Bakanlığı (2024b). Policy Brief for Artificial Intelligence in Education: Lessons from International Forum of Artificial Intelligence in Education. Directorate General for Innovation and Educational Technologies, 24-25 May 2024. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_08/21092535_meb_yapay_zek_formu_raporu_web_2008 2024_eng.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[596] Office of Educational Technology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_I nsights_and_Recommendations. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

YZ sistemli eğitimin öncelikli hedeflerinden biri, eşitsizlik ve engelli durumlar gibi öğrenme için olumsuz koşullar yaşayan öğrenciler için öğrenmeyi mümkün kılmak, şartları güçlendirmek ve süreci desteklemektir.[597] Bu hedefin gerçekleşmesi için öğrenciler açısından iki şartın öncelikli sağlanması gerekmektedir:

1. Tüm öğrencilerin ama özellikle dezavantajlı grupların teknolojiye erişimi
2. Tüm öğrencilerin ama özellikle dezavantajlı grupların dijital okuryazarlık gelişimi.

Koşulların sağlanamaması durumunda dezavantajlı durumun daha da olumsuz hale gelmesi kaçınılmaz olacaktır.

Bu hedeflerin yanı sıra YZ destekli eğitimi tasarlarken, öğrencilerin iş hayatı ve toplumsal olarak gelecekteki yaşamlarında en çok fayda sağlayacak öğretileri kazanması ve bu öğrenme biçimlerini kullanmaları da amaçlanır. Bu amaç doğrultusunda; bireylerin mesleki gelişimleri mümkün olmakta ve böylece hem bireysel hem toplumsal olarak ekonomik gelişimi desteklenmektedir. Yüksek eğitim, mesleki eğitim ve yaşam boyu öğrenme konusunu da bu bakış açısından ele almak anlamlı derecede gereklidir. WEF[598] tarafından ve sık sık tekrarlanan "Geleceğin Meslek Raporu" na göre iş hayatında öncelikli ihtiyaç duyulan yetkinlikler; YZ ve büyük veriyi anlamak, teknolojik okur-yazarlık ve benzeri teknolojik donanımlarla yaratıcı düşünce, dayanıklılık ve esneklik, yaşam boyu öğrenme, liderlik ve sosyal etki, analitik düşünme ve benzeri bireysel yetkinlikler ağırlığında dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Mesleki yetkinliklerin teknoloji ile geliştirilmesi zorunluluktur ancak bu gelişim sürecinde bireylerin temel mesleki yetkinliklerinin körelmemesi, insanın teknolojiden bağımsız bu yetkinlikleri de kullanabilmesi, icra edebilmesinin öneminin göz ardı edilmemesi; teknoloji bağımlılığı kavramı yerine teknoloji desteği kavramının benimsenmesi büyük önem arz etmektedir.

Tüm bunları gerçekleştirirken insanın gelişim motorlarının, doğa ile olan ilişkisinin, yaşına uygun bir pedagojik gelişimin desteklenmeye devam etmesi tüm sistemin başarısının da kilit öğeleri arasında yer alır. Teknolojik gelişmeler ne denli değişirse değişsin, bir insanın pedagojik gelişim süreci aynı şekilde seyredecek ve bilinen destek mekanizmalarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle özellikle küçük yaşlarda teknolojinin kullanımının dengesi

[597] Millî Eğitim Bakanlığı (2024b). Policy Brief for Artificial Intelligence in Education: Lessons from International Forum of Artificial Intelligence in Education. Directorate General for Innovation and Educational Technologies, 24-25 May 2024. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_08/21092535_meb_yapay_zek_formu_raporu_web_2008 2024_eng.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[598] World Economic Forum (2025). Future of Jobs Report 2025. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

gözetilmeli ve temel yetkinliklerin teknoloji bağımsız kullanılabilmesi konusu dikkate alınmalıdır.

Tüm hassasiyet ve risklere rağmen, YZ sistemlerinin eğitimle harmanlanması sayesinde öğrenci ve öğrenme süreçleri açısından önemli kazanımlar elde edilebileceği; hatta bu teknolojilerin mevcut kısıtları aşmanın ötesinde öğrencilerin başarısına ivme kazandırabileceği literatürde geniş kabul görmektedir. Zira hem yerel hem global raporlarda incelendiği üzere, YZ sistemlerinin eğitimle harmanlanmasının birçok olumlu kazanımlar sağlaması beklenmektedir. Öğrenci ve öğrenme açısından beklenen gelişimler ve kazanımlar şu şekilde özetlenmektedir:

1. Kişiselleştirilmiş eğitim tasarımları ile başarı ivmesi kazanmak ve pratik gelişimi desteklemek.[599];[600]

Eğitim psikoloğu Benjamin Bloom[601] tarafından yapılan bir araştırma, bire bir özel derslerin düzenli ölçümlenmesi ve geri bildirimlerle birleştirilmesi ile gerçekleşen eğitimin, standart sınıf eğitimi alan öğrencilere göre yaklaşık %98 daha yüksek öğrenci performansı sağladığını ortaya koymaktadır. Araştırma, "bireysel öğretimle grup öğretim yöntemi karşılaştırıldığında öğrencilerin bilişsel başarıları, tutumları ve akademik öz kavramları arasında büyük bir fark olduğu, bireysel öğretimin başarı oranının çok daha yüksek" olduğu sonucuna varmaktadır.[602] YZ sistemlerinin desteklediği eğitim ile daha kişiselleştirilmiş eğitim ortamlarının yaratılması; öğrenme kaynaklarının öğrencilerin güçlü yönlerine ve ihtiyaçlarına uyarlanabilirliğinin artırılması; zamanında geri bildirim verilmesi ve benzeri konularda gerekli koşulların sağlanması beklenmektedir. YZ destekli eğitim ile öğrencilerin pratik kazanımlarının gelişimi için de daha fazla imkân yaratılacaktır. Böylece eğitimden yüksek verim alınabilecektir.

2. Eğitim erişimini yaygınlaştırmak ve erişilmesi zor içeriklere erişim sağlamak.[603]

YZ sistemli eğitim sayesinde çok kanallı yollarla, daha geniş ölçekte ve daha düşük

[599] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[600] UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[601] Bloom, B. S. (1984). "The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring," Educational Researcher, 13(6) 1984, 4-16.

[602] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[603] Office of Educational Tecnology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

maliyetlerle eğitim gerçekleştirilebilir; topluma çok daha yaygın ve kaliteli eğitim imkânı sunulabilir. Alan uzmanlıklarında öğretmen kapasitesinin sınırlı olduğu veya çeşitli teknik kısıtlar sebebiyle üretilmesi veya erişilmesi zor içerikler, bu sistem sayesinde geniş bir ölçekte paylaşılabilir. YZ sistemli eğitim, öğretmen sayısı kısıtlarını ve orta vadede artan eğitim maliyetlerini ihtiyaçlara uygun şekilde dengeleyebilir. YZ sistemlerinin eğitime sağladığı bu hız ve yaygınlık faydası aynı zamanda da potansiyel riskleri barındırmaktadır. Zira bir şekilde kusurlu olarak kullanılacak bir algoritma veya zararlı içerikler, ölçek ve kapsamına bağlı olarak, ciddi riskler de barındırır.

3. Sosyal dezavantajlı grupların ve kız çocuklarının eğitime erişiminde fırsat eşitliğine sahip olmak.[604],[605]

COVID-19 salgını sırasında okulların fiziksel olarak kapalı olduğu dönemde, çevrimiçi eğitim ve diğer eğitim teknolojilerinin kullanılması sonucunda birçok araştırma yapılmıştır. Çıktılardan biri erişim sorunu olan dezavantajlı öğrenciler üzerinde eğitim eşitsizliklerinin daha da derinleştiği yönündedir. Örneğin dezavantajlı öğrencilerin teknolojiye erişiminde ciddi sorunlar yaşanmıştır. Salgın başlamadan önce okul dışında olan 130 milyon kız çocuğuna ve orantısız derecede yüksek sayıda okuma yazma bilmeyen kadın yetişkine; salgınla okula dönmeyeceği düşünülen 11 milyon kız çocuğu daha eklendiği tahmin edilmektedir.[606] Bu endişe verici sayılar, yalnızca dünya çapında milyonlarca kadın ve kız çocuğunun eğitim hakkını tehdit etmekle kalmamakta, toplumlar için uzun vadede ciddi olumsuz etkilere yol açmaktadır.

Ülkemizde cinsiyet eşitliği özellikle belli seviyelerde sağlanmış bulunmaktadır. Türkiye'de yükseköğretim mezunlarının oranı 25 yaş ve üzeri nüfusta %24,6'ya çıkmış ve mezunlar arasında cinsiyet eşitliği sağlanmıştır[607]. Ancak bu başarı istihdamda karşılık bulmamakta, 2022 yılında 15 ve daha yukarı yaştaki nüfusun toplam istihdam oranının %47,5

[604] UN Women (2022). Innovation and Technological Change, and Education In The Digital Age for Aciıeving Gender Equality and the Empowerment of All Women and Girls. https://www.unwomen.org/sites/default/files/2023-02/230213%20BLS22613%20UNW%20CSW67.v04%20%282%29.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[605] World Economic Forum (2020). Schools of the Future Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. https://www.weforum.org/publications/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[606] UN Women (2022). Innovation and Technological Change, and Education In The Digital Age for Aciıeving Gender Equality and the Empowerment of All Women and Girls. https://www.unwomen.org/sites/default/files/2023-02/230213%20BLS22613%20UNW%20CSW67.v04%20%282%29.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[607] TUİK (2024a). Ulusal Eğitim İstatistikleri, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ulusal-Egitim-Istatistikleri-2023-53444 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

olduğu ve bu oranın içinde kadınların sadece %30,4 pay aldığı görülmektedir[608]. Kadın istihdamının önündeki engeller temelde kadınlara biçilen toplumsal rol algısı ve kız çocuklarının eğitimine yönelik bakış açısıdır[609]. Öte yandan annesi yükseköğretim mezunu olan iki cinsiyetten de öğrencilerin %84,6'sının yükseköğretimi okuduğu görülmekte ve anne olma adayları olan kız çocuklarının eğitiminin toplumun geleceği için önemi verilerle de desteklemektedir[610]. Kız çocuklarının erken eğitim dönemlerinde YZ ve dijital kanallara erişiminde önceliklendirme yapmak, kız çocukları özelinde YZ okur yazarlık gelişimini teşvik etmek ve ileri eğitimlerde uzmanlıklarını YZ sistemleri ile gelişimleri konusunda teşvikler oluşturmak önemli kazanımlar sağlayacaktır.

YZ destekli eğitimle; öğrenimin okul binalarına erişimi olanlarla sınırlı olduğu bir sistemden, herkesin öğrenmeye erişebildiği ve dolayısıyla kapsayıcı olan bir sisteme geçilebilecektir (WEF, 2020). Eğitime erişim için gerekli kanalları ve ortamları sağlamak, öğrencilere bulundukları yerde ulaşmak, varsa özel durumlarına (örneğin: göçmen öğrencilerin dil problemi) çözüm üretmek, zayıf ve güçlü yönlerini geliştirmek için eğitimi dezavantajlı gruplar arasında yaygınlaştırmak mümkün olabilecektir.[611] Teknolojiye erişim ve dijital okuryazarlık bariyerlerinin aşılabildiği durumda, YZ destekli eğitim yoluyla tüm dezavantajlı öğrencilerin eğitime erişiminde eşitlik ve kapsayıcılık sağlanabilecektir. Bu sayede engelli öğrencilere de ihtiyaçlarına uygun eğitim imkânları sağlanması mümkün olacaktır.[612]

Teknoloji çağında bedensel iş gücünün daha az öneme sahip olduğu düşünüldüğünde özellikle fiziksel engelli bireylerin istihdamının büyümesi konusunda engellerin bir bölümü ortadan kalkmış bulunmaktadır. YZ destekli eğitimle engelli öğrencilerin gelişimine önemli katkılar ve istihdama da daha fazla katılımı sağlanabilecektir. Örneğin farklı görsel, işitsel veya diğer fiziksel ihtiyaçları karşılayacak şekilde materyaller oluşturulabilir ve çeşitli biçimlerde sunulabilir; özelleştirilebilir arayüzler ve uyarlanabilir teknolojiler ile farklı

[608] TÜİK (2024b). İstatistiklerle Kadın, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Kadin-2023-53675 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).25.
[609] UNICEF (2024). Ulusal Nüfus İçerisinde Okul Dışı Kalmış Çocuklara Yönelik Analiz Raporu: Türkiye Ülke Raporu. https://www.unicef.org/turkiye/media/18051/file/pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[610] TUİK (2024a). Ulusal Eğitim İstatistikleri, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ulusal-Egitim-Istatistikleri-2023-53444. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[611] Office of Educational Tecnology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[612] World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

fiziksel özelliklere sahip olan öğrencilere kişiselleştirilmiş eğitim tasarımları yapılabilir.[613]

4. Yaşam boyu öğrenme ve mesleki gelişimi güçlendirmek.[614]

Yaşam boyu eğitim ile mesleki gelişim için yapılan eğitimler, toplumun bir yandan iş kapasitesini geliştirirken öte yandan yetişkinlikte bireysel gelişime de katkıda bulunmaktadır.[615] YZ destekli yetişkin eğitimleri ile çok yaygın olarak iş kapasitesini ve bireysel gelişimi desteklemek, değişen iş yetkinlikleri için çalışanları hazırlamak ve istihdam kaybını en aza indirgemek mümkün olacaktır. YZ sistemleri ile öğrenme ve beceri edinmenin yaşam içinde azaldığı bir sistemden, herkesin mevcut becerilerini sürekli olarak geliştirdiği ve bireysel ihtiyaçlarına göre yeni beceriler edindiği bir sisteme geçilebilecektir.

2.2.2.3 Yönetim ve Eğitim Kurumları

YZ sistemlerinin eğitime başarılı bir şekilde entegre edilmesi tüm paydaşların işbirlikçi çabasını, güncel politikalar geliştirmesini, sağlanan desteklerle sürecin güçlendirilmesini ve sürekli iyileştirme çabalarını gerektirmektedir.[616] Bu paydaşlar arasında en önemli görevlerden biri de eğitim kurumlarına düşmektedir. İlk etapta YZ sistemlerinin alt yapısının sağlanması, öğretmenlerin YZ sistemlerine erişiminin yaygınlaştırılması ve kullanım yetkinliklerinin kazandırılması gerekmektedir. Bu temel ihtiyaçlara paralel olarak YZ sistemlerinin kurumsal düzeyde uygulanması, mesleki gelişim ve planlama için gerekli zamanın yaratılması ve ders yönetimi için gerekli uygulamalara erişim sağlanması gerekmektedir.[617] Bu şartların sağlanmasıyla beraber YZ, eğitim kurumlarına da kaynakları verimli kullanma, araştırmalara hız ve zaman kazandırma, içerikleri zenginleştirme gibi birçok kazanım sağlayacaktır.

Eğitim liderlerinin ve yöneticilerinin kurumsal bağlamda aşağıdaki soru setini dikkate alması önerilmektedir:[618]

- Öğretmenlerin ihtiyaçları nedir ve kurum bu ihtiyaçlara nasıl destek verebilir?

---

[613] a.g.e.
[614] UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[615] a.g.e.
[616] Millî Eğitim Bakanlığı (2024b). Policy Brief for Artificial Intelligence in Education: Lessons from International Forum of Artificial Intelligence in Education. Directorate General for Innovation and Educational Technologies, 24-25 May 2024. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_08/21092535_meb_yapay_zek_formu_raporu_web_2008 2024_eng.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[617] Office of Educational Tecnology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_I nsights_and_Recommendations (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[618] a.g.e.

- Yöneticilerin rolü ve kurumsal hedefler nasıl belirlenmelidir?
- Öğretmenlerin ortak öğrenmesi iş, kişisel emek ve hak kaybı olmadan nasıl organize edilmelidir?
- Yeni oluşan koşullar da dikkate alınarak oluşan pedagojik süreçler nelerdir ve programlara nasıl entegre edilebilir?
- Kısıtlar ve riskler nelerdir? Yasal düzenlemeler nelerdir?

Literatür YZ yetkinliklerinin kazanımlarında bilimsel alan uzmanlıklarının gerekliliğinin altını çizmektedir. Bilimsel alan uzman kapasitesi kısıtını aşmanın en akılcı yolu, her bilimsel alandan uzman yetiştirmektir. Bilim alanı uzman yetiştirme sürecini yürütebilecek ve bu ihtiyacı karşılayabilecek kurumların başında eğitim kurumları gelmektedir. Eğitim kurumları uzman geliştirme çalışmalarına öncelik vererek hem kurumun hem toplumun önemli bir ihtiyacına çözüm sunmuş olacaktır.

2.2.2.4 Sonuç ve Öneriler

YZ destekli eğitim sürecine geçmeden önce eğitimin yapı taşlarının ele alınması ve 'günümüzün ihtiyaçlarını gözeterek başarılı bir eğitimin yapı taşlarının neler olması gerektiği' sorusunun irdelenmesi gereklidir. İnsanoğlunu YZ sistemlerinin risklerinden ve kayıplarından korumanın, insan değerlerini kullanmalarını sağlamanın tek yolu insanın düşünme ve analiz etme kaslarını geliştirmek; doğa ve doğa kültürü ile olan ilişkisini güçlendirmektir. YZ sistemi, her sistem gibi insanın faydası için vardır ve YZ karşısında bu fayda ancak kendi idrakına sahip, doğa ile ilişki kurabilen, düşünebilen ve beceri geliştirebilen bireyler için söz konusu olacaktır.

Bireysel gelişimin yanı sıra teknolojik alanda da güvenlik, mahremiyet ve gözetim risklerinin aşılması zorunluluktur. YZ sistemlerinin doğru bir konfigürasyona ve komuta sahip olması, eğitim için YZ'nin bilim alanı uzmanlarının katkısıyla doğru bir şekilde geliştirilmesi zorunludur. YZ sistemi içerik olarak ne denli başarılı öğrenirse o denli doğru kazanımlara ve başarılı çıktılara sahip olacaktır.

Tüm bu şartların yerine getirilmemesi durumunda YZ destekli eğitimin, telafisi zor sorunlara ve toplumsal zarara yol açması kaçınılmazdır.[619] Özetle yapay zekâ destekli eğitime geçmek için öncelikli olarak ele alınması zorunlu olan faaliyetler aşağıda sıralanmıştır:

1. Eğitim sisteminin analitik yetkinlikleri geliştirecek şekilde düzenlenmesi
2. Eğitimin makine-insan-doğa dengesine uygun tasarlanması

[619] Eğitim alanındaki risk unsurları raporun 3. Bölümünde ele alınmaktadır.

3. Teknolojik altyapının güçlendirilmesi

4. Öğrenci ve öğretmenlerin dijital araçlara eşit erişiminin sağlanması

5. Her seviye eğitim için her alandan bilim dalı uzmanlarının yetiştirilmesi.

6. Eğitimde kullanılacak YZ sistemlerinin, alanın bilimsel uzmanları tarafından yapılması (sistemin eğitilmesi)

Bu şartların yerine getirilmesi ile beraber teknolojik sistemler güvenli bir şekilde kullanabileceğinden ve erişim eşitliği sağlanacağından, toplumsal gelişim mümkün olacaktır. YZ sistemli eğitime geçiş için gereken ikincil öneriler aşağıdaki şekilde özetlenmektedir:

1. Covid 19 karantinası sürecindeki eğitim kazanımları ve eksikliklerinin derinlemesine analiz edilmesi önerilmektedir. Özellikle dijital araçlara erişim ve eğitim-öğretim çıktılarının incelenmesi sürece dair daha gerçekçi çıkarımlar yapılmasına destek verecektir.

2. Öğretmenler

a. Öğretmenlerin dijital araçlara ve programlara erişimi sağlanmalıdır. Erişimin sağlanması ile birlikte "Millî Eğitim Bakanlığı ve Yüksek Öğretim Kurumu desteğiyle öğretmenlere yönelik YZ, kodlama ve algoritma konularında yüz yüze ve uzaktan eğitimler düzenlenmelidir.[620] Bu genel eğitimleri takiben öğretmenlerin uzmanlık alanlarına göre bilim alan uzmanlarının desteğiyle gelişimleri ve böylece bilimsel uzmanı oldukları alanlarda YZ destekli eğitim faaliyetlerine başlamaları sağlanmalıdır. Öğretmenlerin bilimsel alanlarına bağlı olarak YZ sistemlerinde gelişmeleri ve geliştirmeleri, sadece öğrencilerin değil YZ sistemlerinde ilgili bilimsel alanın da Türkçe ve Anadolu kültürüne uygun olarak gelişmesinde önemli katkı sunacaktır.

b. Bilim dalı özelinde YZ yetkinliklerine sahip bilim uzmanlarının gelişimi için çeşitli teşvik mekanizmaları kurgulanmalıdır. YZ sistem kabiliyetine sahip bilim alanı uzmanlarının yetiştirilmesi için çalışmaların merkezine Üniversiteler alınmalı ve YÖK mevzuatının ilgili bölümlerinde 5 yıllık bir dönem için belli esneklikler tanımlamalıdır. YZ alanında çalışacak bilim alanı uzmanlarının ücret politikaları da gözden geçirilmeli, rekabetçi hale getirilmelidir.[621]

c. Öğretmenlerin, öğrencilerine analitik ve kritik değerlendirme yetkinlikleri kazandırması için pedagojik çalışmalar yapılmalı ve örnek içerik materyalleri ile desteklenmelidir. Özellikle erken yaş eğitimlerine doğada geçecek fiziksel faaliyetler; tüm

[620] Ahmet Şamil Demircan'ın 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[621] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

seviye eğitimlere doğa, sanat ve felsefe içerikleri eklenmeli ve bu içerikleri uygulayacak yeterli sayıda bilim alan uzman öğretmenler kadroya dahil edilmelidir. Tüm eğitim seviyelerinde not değerlendirmelerinde test yönteminin kullanımını azaltmak için idari yükler ayarlanmalı ve öğretmenlerin analitik düşünmeyi geliştirecek, farklı değerlendirme yöntemleri oluşturmaları için örnek çalışmalar geliştirilmeli ve paylaşılmalıdır. Böylece analitik değerlendirme yetkinliğine sahip öğrenci yetiştirilebilecektir. Bu yaklaşım, öğrencileri YZ sistemlerinin risklerine karşı korumanın en etkili yoludur.

3. Öğrenciler

a. Öğrencileri, YZ sistemlerinin risklerinden korumak ve sağlıklı bir şekilde bireysel gelişimlerini sağlamak için öncelikli olarak eğitim sistemimizin yapısını ihtiyaçlara göre revize etmek gerekmektedir. Yine bu kapsamda matematik felsefesi ve veri bilimi dersleri ile öğrencilerin teknolojiyi kavramsal olarak algılamaları sağlanmalıdır. Öğrencilerin doğa ile olan ilişkilerinin ele alınması ve derslere doğa-insan etkileşimi sağlayacak fiziksel faaliyetler ekleyerek insan-doğa ilişkilerinin güçlendirilmesi gereklidir. Felsefe ve sanat dersleri ile düşünme ve analitik pratikleri geliştirilmelidir.

b. Öğrencilerin dijital kaynaklara erişim eşitliğinin sağlanmasıyla birlikte YZ okur-yazarlık ve yetkinliklerinin geliştirilmesi gereklidir. Okullarda (özellikle lise düzeyinde) bilişim teknolojileri ve yazılım dersleri yaygınlaştırılmalı ve YZ konuları müfredata daha fazla entegre edilmelidir.[622] İlk aşamada bilimsel alan uzmanlığına göre YZ yetkinliklerine sahip akademisyenlerden lise eğitimlerinde öğretmen desteği alınması ve Üniversitelerle K12 okulları arasındaki süreçler için süreli düzenlemelerle (5 yıllık) bir planlama yapılması faydalıdır.

c. Küresel olarak incelendiğinde, YZ ulusal stratejileri kapsamında, insan kaynağı yatırımının öncelikli paydaşları arasında yüksek eğitim öğrencileri, akademisyenler ve yeni mezunlar olduğu görülmektedir. Bu nedenle her seviye eğitim ve araştırma için öğrencilere ve akademisyenlere, yurt içinde ve yurt dışında, çeşitli burs olanakları sağlanmalı ve YZ yetkinliklerine sahip bilim alanı uzmanlarının yetiştirilmesi desteklenmelidir. Yaşam boyu eğitim kapsamında, yapılabilirse İŞKUR, Ticaret ve Sanayi Odaları, Kalkınma Ajansları ve ilgili STK'larla işbirliği içerisinde, yeni mezunlara ve zanaat sahibi çalışanlara bilim alanları özelinde YZ yetkinleri kazandıracak eğitim faaliyetleri tasarlanmalıdır.

4. Okullar ve Üniversiteler

a. Eğitim sistemi analitik ve kritik değerlendirme yetkinliklerini geliştirecek şekilde

[622] Oğuz Kaan Olgun'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

düzenlenmelidir. Doğa ile ilişkide kalacak; hata ve yanılsamayı aşmayı öğretecek; akla uygun bilginin ilkelerini anlatacak; insanlık durumunu algılatabilecek; insan türünün etiğini geliştirtecek; belirsizlikleri yönetme becerisi kazandıracak ve anlamayı öğretecek bir eğitim modeline ihtiyaç vardır. Bu şart YZ kazanımlarının eğitimle gerçekleşmesi açısından hayatidir.

b. Ulusal altyapı sistemlerinin yanı sıra eğitim kurumlarının da altyapı ve donanım eksiklikleri tamamlanmalıdır. Okulların teknolojik altyapısı güçlendirilmelidir. 5G destekli akıllı sınıflar ve GPU destekli bilgisayar laboratuvarları kurulmalıdır.[623] Özellikle dezavantajlı bölgelerde bu sürecin gerçekleşmesi için çeşitli destekler verilmeli, sistemin sağlıklı sürekliliği için akademik ve teknik danışmanlık sağlanmalıdır.

c. YZ yazılım ve benzeri teknik alanlar dışında bilimsel alan uzmanlıklarından bağımsız tek başına kullanılabilen bir sistem değildir. Bilimsel alan uzmanlık üzerine geliştirilmesi gereken bir yetkinliktir çünkü YZ sistemi bir araçtır. Bu nedenle hem bilimsel uzmanlığa hem de YZ kullanım yetkinliğine sahip profesyonellere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak Türkiye'de YZ sistemlerine hâkim bilim alanı uzman kapasitesi sınırlıdır ve bilimsel alan uzmanlarının YZ sistemlerini kullanma yetkinliği geliştirilmelidir. Bu kapasitenin gelişimi için öncelikli kurumlar Üniversitelerdir. UNESCO raporunda belirtildiği üzere yüksek eğitim kurumlarının teknoloji adaptasyonu diğer eğitim seviyelerine oranla çok daha hızlı gerçekleşmektedir.[624] Yüksek eğitim kurumları uzmanlık bilgisinin gelişmesi konusunda çok yönlü fayda sağlayacaktır. Öncelikle üniversiteler, her bilim dalından yetişmiş var olan uzmanlarının, YZ sistemlerinde de uzmanlaşması için desteklemelidir.

Bu süreçte elde edilen pratik kazanımlar, geliştirilen eğitim yöntemleri, karşılaşılan regülasyon ve etik sıkıntılar, veri gizliliği ve mahremiyet gibi hususlar ile teknolojik altyapı, üyelik ve benzeri ihtiyaçlara ilişkin çıktıların değerlendirilmesi ve raporlanması önemli olacaktır. Bilim alanı uzmanları tarafından ve deneyim sonucu oluşturulacak bu raporların çıktıları YZ destekli eğitimin gelişimine gerçekçi bir bakış açısı kazandıracak ve güvenli uygulama yöntemleri sunacaktır.

ç. Akademik kadrolara bilim alanı uzmanı desteğiyle beraber tüm bilim alanlarında farklı yetkinlik seviyelerine karşılık gelecek şekilde YZ derslerinin açılmasının anlamlı olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda üniversiteler bünyesinde YZ alanında bir birim kurulması ve bu birimin, üniversite genelinde YZ yetkinliklerinin kazandırılmasına yönelik

[623] a.g.e.
[624] UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

derslere destek sağlamasıyla süreçlerin hızlanacağı öngörülmektedir. Yapay zekâ yetkinlikleri ile donatılmış, bilim alanlarını YZ yetkinlikleri ile icra edebilecek alan uzmanları yetiştirilmesinde sağlıklı bir gelişim kazanılacaktır.

d. YZ alanında genel çift anadal ya da karmaşa yaratacak, sınırsız YZ ve uzmanlıklar şeklinde yeni programlar açılmasının anlamlı olmayacağı düşünülmekte; globalde de gerçekleştiği üzere yeni yüksek lisans programlarının sadece belli dikey pilot ve özgün dijital alanlarda (YZ ve dijital finans; YZ ve dijital pazarlama vb) faaliyet gösteren uzmanlıklar özelinde değerlendirilmesi önerilmektedir. Açılacak yüksek lisans programlarının pilot olarak ele alınması, bu programların çıktılarının raporlanması ve incelemeler sonucunda eğitim stratejilerinin değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir.

e. Bilim alanı uzmanlıklarının YZ sistem destekli geliştirilmesi için müfredatlarda yer alması gereken dersler için var olan YÖK mevzuatının belirlediği kriterlere uygun lisans, yüksek lisans ve doktora seviyesinde ders verebilecek akademisyen kapasitesi fazlasıyla sınırlıdır. Bu sorun yetkin profesyonel bilgi gerektiren yüksek lisans programlarında ve uygulamalı lisans derslerinin başarılı yürütülmesinde sıkıntılara yol açacaktır. YZ destekli uygulamalı uzmanlıklar özelinde ve sınırlı bir süreyi kapsayacak şekilde geçici YÖK mevzuatları oluşturularak, YZ yetkinliklerine sahip bilim alanı uzmanlarının, sektörü işbirliği çerçevesinde, belli bir süre için geçerli ve yarı-zamanlı şekilde eğitmen olarak ders verebilmelerine kolaylık sağlanması önerilmektedir. Bu yaklaşım "YZ konusunda ders verebilecek nitelikli akademisyen havuzu oluşturulması ve gerekirse yurt dışından destek alma" konusunda da gelişme sağlayacaktır.[625]

f. Eğitim için kullanılacak YZ sistemlerinin komutlarının alanının bilim uzmanları tarafından titizlikle geliştirilmesi sağlanmalıdır. Bu amaçla Üniversitelerde açılacak olan YZ sistem destekli yüksek eğitim programları içerisinde bilim alanı uzmanlıklarının YZ sistemlerinin gelişimine katkı bulunacak şekilde dersler açılabilir. Akademisyenlerin gözleminde gerçekleşecek uygulamalı ders çalışmaları ile bilim alanının komutlarının Türkçe olarak gelişmesine katkı sağlanacaktır. Bu dersler sayesinde hem öğrenim kazanımları zenginleşecek hem YZ sistemlerinin bilim alanları özelinde komut mühendisliklerinin gelişimi sağlanacaktır.

g. Üniversitelerde yetişecek olan bilim alanı uzmanlarının lise seviyesinde kısmi veya tam zamanlı olarak YZ dersleri ile YZ destekli bilimsel alan uzmanlık dersleri vermesi teşvik edilmelidir. Üniversitelerde oluşturulacak ve YZ sistemlerine hâkim bilim alanı uzmanlarının

[625] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

her eğitim seviyesine katkı sağlaması için ek düzenleme ve teşvikler oluşturulması fayda sağlayacaktır. Bu kapsamda ders verecek öğretmen adayları pedagojik eğitimlerle desteklenerek hem öğretmen kaynağı oluşturulacak hem de istihdam desteklenecektir.

ğ. Üniversiteler, yaşam boyu eğitim faaliyetleri ile "YZ bilim uzmanlarının yetiştirilmesine ve bu alandaki istihdamın artırılmasına" katkı sağlayabilir.[626] YZ'nin iş gücü piyasasına etkileri (iş kayıpları, yeni iş alanları, beceri dönüşümü) analiz edilerek, buna yönelik politikalar (yeniden eğitim, yaşam boyu öğrenme vb.) geliştirilmelidir.[627] Yaşam boyu eğitim ve bilim alanı uzmanlarının YZ sistemleri konusunda yetkinliklerinin gelişimi konusunda teknoparklardan da destek alınabilir. Profesyonellerin YZ yetkinlikleri kazanmaları için Üniversitelerin Sürekli Eğitim Merkezleri öncü olabilir ve bu eğitimlerin ücretsiz ve yaygın olması için teşvikler verilebilir. Bu eğitimler yapılabilirse İŞKUR, Ticaret ve Sanayi Odaları, Kalkınma Ajansları ve ilgili STK'larla iş birliği içerisinde gerçekleştirilerek sistem daha sağlıklı kurgulanabilir.

7. Kurumlar

a. Genel olarak "kamu, özel sektör, STK ve üniversiteler arasında koordinasyon sağlanmalı" [628,629]; "YZ ekosistemindeki (kamu, özel sektör, akademi, STK) tüm paydaşlar arasında iş birliği ve iletişim güçlendirilmeli"[630]; "Üniversite-sanayi iş birliği güçlendirilmeli, ortak projeler teşvik edilmeli" (Örn: İsviçre'deki eşleşmeli destek modeli)[631] ve "farklı kurumların (MEB, TÜBİTAK, üniversiteler vb.) benzer çalışmaları tekrar etmek yerine bir araya gelip iş birliği yapması teşvik edilmelidir.[632]

b. "YZ alanında yetkin iş gücünün artırılması için çalışmalar yapılmalı" [633] [634] ve kilit iş gücü alanlarından biri olan eğitim iş gücünün artırılması için başta Üniversiteler olmak üzere kurumlara destek, mevzuat düzenlemeleri ve yüksek eğitim bursları düzenlenmelidir.

8. Kamu

a. YZ'nin bilinçli kullanımı ve okuryazarlığı konusunda kamuoyu, öğrenciler ve öğretmenler bilgilendirilmelidir.[635]

---

[626] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[627] a.g.e.
[628] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[629] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[630] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[631] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[632] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[633] Dr. Mehmet Haklıdır'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[634] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[635] Özgür Türk'ün 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

b. YZ'nin ne olduğu, eleştirel olarak nasıl değerlendirilmesi gerektiği, kazanım ve riskleri konusunda toplumsal bilincin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır [636] [637].

Tüm bu öneriler ve YZ sistem destekli eğitime geçiş süreçleri net ve aşamalı olarak gerçekleşecek bir planlama ile ele alınmalıdır. Yapısal süreçler tamamlanmadan (eğitim yaklaşımı, teknolojik erişim ve sistem gelişimleri) büyük ölçekli ve ulusal çalışmalara girmek yerine YZ yetkinliklerine sahip bilim alanı uzmanı yetiştirme ve komut mühendisliğine başlanmalıdır. Bu çalışmaların odağına Üniversiteler alınmalıdır. Üniversitelere teşvik ve destek sağlanmalı, ilgili YÖK mevzuatı düzenlenmeli, yükseköğretimin her seviyesinde YZ destekli programlar, çift anadal, yan dal ve uygulamalı dersler açılmalıdır. Her çalışmanın süreçleri uygulayıcılar tarafından yakın takip edilmeli ve çıktılar ilgili tüm paydaşlarla sık sık paylaşılmalıdır. Sonuçlar doğrultusunda aşama aşama ilerleme sağlanmalıdır.

Kranzberg'in söylediği gibi teknoloji iyi, kötü veya taraflı değildir. Teknolojinin etkileri kullanıldığı bağlama bağlıdır. Teknolojinin çıktıları kimin, nasıl, ne zaman ve neden kullandığına bağlı olarak; sadece teknolojisine göre değil, etrafındaki tüm sistemlere göre şekillenecektir.[638] Bu nedenle YZ sistemlerinden maksimum fayda elde etmenin yolu, etrafındaki tüm sistemleri kuvvetlendirmek ve bu sistemlerin birbirine eklemlenmesini sağlayarak bütüncül olarak ele almaktır.

2.2.3 Kamu Hizmetlerinde Etkinlik ve Verimlilik

2.2.3.1 Yasama Alanında Kazanımlar

2.2.3.1.1 Yapay Zekânın Yasama Süreçlerinde Sağladığı Temel Kazanımlar

Son yıllarda dünyada parlamentolarının, YZ teknolojilerini yasama süreçlerine entegrasyonunda bir ivme yaşanmaktadır. Inter-Parliamentary Union tarafından yayınlanan "2024 Dünya e-Parlamento Raporu"na göre parlamentoların %68'i çok yıllı dijital stratejilere sahip olup parlamentoların YZ ve bulut bilişim kullanımı ciddi artış göstermektedir. YZ'nin parlamento çalışmalarındaki yaygın ilk kullanım alanları, tutanakların transkripsiyonu (sesin metne çevrilmesi), çeviri ve siber güvenlik hizmetleridir. 2020 yılı itibarıyla parlamentoların %10'u deneme maksadıyla YZ teknolojilerini kullanırken, 2024 yılında YZ teknolojilerini kullanan parlamentoların oranı %29'u bulmuştur. Bununla birlikte belirtmek gerekir ki

[636] Prof. Dr. Veysel Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[637] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[638] Pitt, C.; Paschen, J.; Kietzmann, J.; Pitt, L ve Pala, E. (2021). "Artificial Intelligence, Marketing, and the History of Technology: Kranzberg's Laws as a Conceptual Lens" Australasian Marketing Journal (AMJ), September 2021. https://doi.org/10.1177/18393349211044175.

YZ'nin doğrudan yasa metni yazımı veya değişiklik önerisi analizi gibi temel yasama faaliyetlerinde kullanımı henüz çok sınırlıdır (yalnızca %2).[639] Bu durum YZ'nin şimdilik daha çok destekleyici roller üstlendiğini ve yasa yapımının özünde insan odaklı kalmaya devam ettiğini göstermektedir.

Küresel düzeyde yasama faaliyetlerinde YZ kullanımı yaygınlaşmaktadır. Stanford Üniversitesi'nin 2024 AI Index Raporu'na göre, 2016-2023 döneminde 127 ülkedeki parlamentoda, içinde YZ'den bahsedilen toplam 123 yasa kabul edilmiştir.[640]

Bu genel tabloya ek olarak, Westminster Demokrasi Vakfı'nın 16 ülkeden 22 uzman ile yürüttüğü çalışmada parlamentolar için 40 adet YZ rehber ilkesi geliştirilmiştir.[641] Başlıklar altında sınıflandırılan bu ilkeler, geleceğin parlamentoları için özelleştirilmiş düzenleyici çerçeveler oluşturulmasına yönelik genel bir rehberlik sunmakta ve temel olarak şu konulara odaklanmaktadır:[642]

- Etik Değerler: Hesap verebilirlik, şeffaflık ve adalet gibi etik prensiplerin altı çizilmektedir.
- İnsan Hakları ve Çeşitlilik: İnsan onuruna, mahremiyete ve kültürel çeşitliliğe saygı gösterilmesinin önemi vurgulanırken, veri ve algoritmalardaki önyargıların giderilmesi gerektiği belirtilmektedir.
- İnsan Özerkliği: AGI'nin potansiyel etkileri de göz önünde bulundurularak, insanın özerkliğinin ve karar alma mekanizmalarındaki rolünün teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.
- Mahremiyet ve Güvenlik: Kişisel verilerin korunması ve siber saldırıların önlenmesi için sağlam tedbirlerin alınması gerektiği, mahremiyet ve güvenlik konularının kritik olduğu ifade edilmektedir.

Uygulama örneklerine bakıldığında, Birleşik Krallık hükümetinin Lex Projesi, yasama metinlerinin hazırlanma şeklini dönüştürmeyi hedeflemesiyle öne çıkmaktadır. Bu proje, ne demek istediğinizi anlayan akıllı bir arama sistemi ile geleneksel yöntemlerin bulamadığı, konuyla bağlantılı tüm yasal belgeleri ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca, hükümetin yasa

---

[639] Williamson, (2024)A. *World e-Parliament report 2024*. Inter-Parliamentary Union. https://www.ipu.org. s.5, 6, 19,29, 30. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[640] De Vrieze, F. *How parliaments can harness the benefits of AI democratically*. Ağustos, 2024. Westminster Foundation for Democracy. https://www.wfd.org/commentary/how-parliaments-can-harness-benefits-ai-democratically (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[641] Fitsilis, F., von Lucke, J., De Vrieze, F. vd. (2024) *Guidelines for AI in parliaments*. Westminster Foundation for Democracy. s.8.

[642] a.g.e.

tasarıları için hızlı ve doğru bir şekilde açıklayıcı notlar da üretebilmektedir.[643]

Lex projesi, bu alandaki tek yenilikçi girişim değildir; benzer şekilde Norveç, Estonya, Hindistan gibi ülkelerde ve AB kurumlarında da bu alanda öncü girişimler dikkat çekmektedir. Örneğin Norveç Parlamentosu (Storting), daha önce 2025 yılında devreye gireceği açıklanmış olan "*Dijital Değer Zinciri*" projesi ile dünyadaki en iddialı YZ destekli yasama dönüşümlerinden birini gerçekleştirme hedefindedir. Projenin temel amacı, yasa tasarısı hazırlama, gözden geçirme ve müzakere aşamalarını kolaylaştırarak, "belgelerden veriye" geçiş yapmak ve belge odaklı iş akışlarını veri öncelikli bir modele dönüştürmektir. Bu sistem, hükümet ve parlamento arasındaki gerçek zamanlı veri alışverişini yönetmek için makine öğrenmesinden faydalanmakta ve belgelere ilgili meta-verileri otomatik olarak etiketleyerek arama ve erişim süreçlerini kusursuz hale getirmektedir.[644]

Benzer şekilde Avrupa Parlamentosu da çok yönlü bir YZ entegrasyonu benimsemiştir. 20'den fazla resmi dile sahip bu parlamentoda YZ, çok dilli iletişimin yönetiminden arşivlerin erişilebilirliğini artırmaya dek geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Özellikle parlamento genel kurul tartışmalarının gerçek zamanlı deşifresi ve çevirisi için YZ tabanlı araçlar devrededir.[645] Microsoft ile geliştirilen bir sistem, vekillerin konuşmalarını anında yazıya döküp 24 dile çevirerek oturumların tüm AB dillerinde eş zamanlı takip edilmesini mümkün kılmaktadır.[646] Ayrıca parlamento tutanaklarının ve belgelerinin yayımlanması, YZ sayesinde büyük ölçüde hızlanmıştır.[647] Avrupa Parlamentosu bünyesinde yakın zamanda hizmete giren "Archibot" adlı YZ destekli arama asistanı ise 1952 yılından bu yana üretilmiş 2,1 milyon resmi dokümanı kolayca erişilebilir hale getirmiştir. Anthropic firmasının *Claude* modeliyle güçlendirilen Archibot, kullanıcılara gelişmiş arama, özetleme ve rapor oluşturma imkânı sunmaktadır. Bu asistan sayesinde belge arama ve analiz süresinin %80 oranında azaldığı belirtilmektedir. Böylece politika yapıcılar, araştırmacılar, eğitimciler ve halk için parlamentonun tarihi arşivindeki kararlar, pozisyonlar, politikalar ve kurumlar

[643] Wilkinson, L. (2024) *Improving legislative drafting with Lex*. AI in Government.Ağustos. Central Digital and Data Office. https://ai.gov.uk/blogs/improving-legislative-drafting-with-lex (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[644] Harris, M. (2022) Assessing US congressional AI adoption. Kasım. POPVOX. https://www.popvox.org/blog/assessing-us-congressional-ai-adoption (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[645] a.g.e.
[646] Microsoft. (2020) *Bringing the European Parliament closer to its citizens through AI*. Eylül. Microsoft on the Issues. https://blogs.microsoft.com/eupolicy/2020/09/15/bringing-european-parliament-closer-citizens-through-ai/#:~:text=automatically%20transcribe%20and%20translate%20parliamentary,debates%20in%20all%2024%20languages (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[647] McCaffrey, R. (2024) *Use of AI in legislatures* (Rapor No. NIAR 193-2024; Paper No. 33/25). Eylül. Northern Ireland Assembly, Research and Information Service. s.24.

arası müzakereler gibi belgelere erişim önemli ölçüde hızlanmıştır.[648]

YZ teknolojileri yasama süreçlerinde; hız ve doğruluk, şeffaflık ve bilgiye erişim, karar alma süreçlerine destek ve idari verimlilik boyutlarında önemli katkılar sunmaya başlamıştır.

1- Hız ve doğruluk açısından, YZ özellikle tutanak hazırlama ve belge işleme gibi zaman alan görevleri otomatikleştirerek süreçleri hızlandırmakta ve insan hatasını azaltmaktadır. Birçok parlamentoda genel kurul ve komisyon toplantılarının deşifresi için otomatik konuşma-yazı dönüşümü kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin Belçika'da Flaman Parlamentosu, emek yoğun tutanak süreçlerini dönüştürmek için kapsamlı bir ses teknolojisi projesi başlatmıştır. İki farklı tutanak departmanının (Tutanak ve Komisyon departmanları) zamana karşı yarış halinde çalıştığı bu sistemde, YZ destekli konuşma-yazı dönüşümü hem çalışma koşullarını iyileştirmeyi hem de raporlama süreçlerini daha hızlı, verimli ve doğru hale getirmeyi hedeflemektedir. Sosyal kapsayıcılık boyutunda da önemli bir adım olan proje, canlı altyazı sistemini devreye alarak işitme engelli, yaşlı ve yabancı vatandaşların parlamenter tartışmaları gerçek zamanlı izleyebilmesini sağlamış; böylece görüntü, ses ve metnin birlikte sunumu ile farklı hedef grupların demokratik sürece katılımını kolaylaştırmıştır.[649] Benzer biçimde, Estonya Parlamentosu (Riigikogu) HANS adlı YZ tabanlı bir sistemle tüm genel kurul ve komisyon konuşmalarını gerçek zamanlı yazıya dökmekte, böylece eskiden saatler alan tutanak hazırlama işi 20 dakikaya kadar indirgenmektedir.[650] Bu sistem, hata payını %5 gibi düşük bir seviyede tutarak doğruluğu sağlamış, öyle ki; manuel tutanak hazırlayan stenografların görevlerinin yeniden tanımlanmasını gerektirmiştir. Estonya Parlamentosu ayrıca HANS tutanaklarına dayalı komisyon toplantısı özetleri üretme konusunda YZ kullanımını araştırırken, doğruluk bağlamında insan denetiminin vazgeçilmezliğini vurgulamaktadır. Bunun yanında parlamentonun hukuk departmanı, Nortal firması tarafından geliştirilen YZ destekli arama aracını kullanarak AB direktifleri dahil yasama belgelerinde hızlı arama yapabilmekte ve

[648] Harris, M. (2022) *Assessing US congressional AI adoption*. Kasım. POPVOX. https://www.popvox.org/blog/assessing-us-congressional-ai-adoption (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[649] Flanders Innovation & Entrepreneurship. *Speech technology for the reporting of the Flemish parliament*. https://www.vlaio.be/en/vlaio-network/programme-innovation-procurement-pip/speech-technology-reporting-flemish-parliament#:%7E:text=In%20order%20to%20improve%20the,people%20can%20follow%20the%20live (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[650] McCaffrey, R. (2024) *Use of AI in legislatures* (Rapor No. NIAR 193-2024; Paper No. 33/25). Eylül. Northern Ireland Assembly, Research and Information Service. s.23.

manuel araştırma süresini önemli ölçüde kısaltmaktadır.[651]

2- YZ'nin karar alma süreçlerine desteği de giderek belirginleşmektedir. Büyük veri ve doğal dil işleme yetenekleri sayesinde YZ, yasa yapıcıların ihtiyaç duyduğu bilgiye hızlı erişim ve analiz imkânı sunar. Örneğin Avrupa Parlamentosu'nun Archibot sistemi, gelişmiş sentez ve analiz yetenekleri sayesinde milletvekilleri ve uzmanların bir yasa teklifiyle ilgili tarihi bağlamı ve emsal kararları saniyeler içinde derleyerek bilgi temelli karar verme süreçlerini desteklemektedir. Sistem, "Constitutional AI"[652] teknolojisi ile güvenilir ve kontrollü YZ kullanımını temin ederken, kullanıcıların çok boyutlu veri analizi yaparak detaylı raporlar oluşturmasına imkân tanımaktadır. Bu özellik sayesinde politika geliştirme süreçlerinde yasa yapıcılar artık geçmiş parlamento deneyimlerinden sistematik şekilde yararlanabilmekte ve kurumsal hafızanın aktif bir şekilde yasama kararlarına entegre edilmesi mümkün hale gelebilmektedir.[653] YZ araçları, karar alma süreçlerine destek bağlamında yasa tasarılarının önceki mevzuatla tutarlılığını kontrol etme, benzer kanun tekliflerini tespit etme, hatta olası etki analizlerini yapma yönünde de kullanılmaktadır. Şili Parlamentosu'nun CAMINAR projesi bunun güzel bir örneğidir: OpenAI ve Anthropic'in gelişmiş dil modellerini RAG (Retrieval-Augmented Generation) teknolojisiyle kullanan bu sistem, Mevzuat için Semantik Arama Asistanı, Yasama Süreci İzleyicisi, Düzenleyici Etki Değerlendirme Asistanı, Anayasal Destek Asistanı ve Hukuki Doktrin Asistanı gibi modüllerle milletvekillerine her aşamada bilgi desteği sunmaktadır. Sistem ayrıca bütçe değişiklikleri yönetimini de kapsayarak yasama sürecinin mali boyutunu desteklemektedir. Otomasyon ile insan doğrulaması arasında denge kurarak yasa tasarılarının olası etkileri, benzer yasalar, akademik doktrinler gibi bilgiler YZ yardımıyla hızlıca derlenip karar alıcıların önüne getirilmektedir.[654]

3- Şeffaflık ve bilgiye erişim boyutunda da YZ, yasama süreçlerini halk için daha anlaşılır ve izlenebilir kılmaktadır. Canlı altyazı ve çok dilli çeviri sistemleri sayesinde parlamento tartışmaları gerçek zamanlı olarak farklı dil ve ihtiyaç gruplarınca takip edilebilmektedir.[655] Örneğin Hindistan Parlamentosu'nda devreye giren "Digital Sansad"

---

[651] Harris, M. (2022) *Assessing US congressional AI adoption*. Kasım. POPVOX. https://www.popvox.org/blog/assessing-us-congressional-ai-adoption (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[652] "Etik kurallara dayalı yapay zeka yaklaşımı" kastedilmektedir.
[653] a.g.e.
[654] Kimaid, L. (2024) *From Paper to Tokens: Transforming Legislative Services in the Chamber of Deputies of Chile*. LegisTech Library. Eylül. Bússola Tech. https://library.bussola-tech.co/p/caminar-camara-diputadas-diputados-chile (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[655] Flanders Innovation & Entrepreneurship. *Speech technology for the reporting of the Flemish parliament*. https://www.vlaio.be/en/vlaio-network/programme-innovation-procurement-pip/speech-technology-

platformu, konuşmaları anında farklı dillere çevirerek çok dilli bir ülkede dil engelini ortadan kaldırmıştır.[656] Benzer şekilde Avrupa Parlamentosu da çok dilli iletişim ve belge yönetimi süreçlerinde YZ destekli araçlar geliştirmiştir. Parlamento bünyesinde kullanılan sohbet robotları (chatbotlar), çok sektörlü soru-cevap süreçlerini otomatikleştirerek hızlı ve verimli yanıtlar sunabilmektedir. Ayrıca otomatik özetleyici ve Microsoft Editor gibi araçlar, karmaşık belgelerin anlaşılmasını kolaylaştıran kısa metinsel özetler üretmektedir. Bu YZ destekli çözümler, Avrupa Parlamentosu'nun çok dilli yapısı ve yoğun belge trafiği göz önüne alındığında, operasyonel verimlilik artışı sağlarken bilgiye erişimi de hızlandırmaktadır.[657] Örneğin bir vatandaş ya da milletvekili danışmanı, parlamentoların kullanıcı destek paketlerinin bir parçası olarak sunduğu YZ tabanlı sohbet botları aracılığıyla parlamento bilgilerine anında erişim sağlayabilmektedir. Bu çerçevede değerlendirildiğinde, bu uygulamalar YZ'nin parlamento bilgi yönetiminde kullanıldığı alanlardan biridir ve vatandaşların yasama süreçlerine daha kolay erişim sağlamasına katkıda bulunmaktadır.[658] Böylece bilgiye erişim hızı ve kapsamı artarken süreçler daha şeffaf hale gelmektedir.

4- İdari verimlilik açısından da YZ önemli kazanımlar getirmektedir. İtalya Senatosu'nda uygulanan GEM (Gestore Emendamenti) sistemi, metin kümeleme algoritmaları kullanarak benzer ifadeler içeren değişiklik önerilerini gruplandırabilmektedir. Özellikle çok sayıda benzer önergenin sunulduğu durumlarda, bu YZ sistemi benzer metinleri anında tespit ederek Senato personelinin iş yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır. İtalya Senato'su Bilgi İşlem Biriminin belirttiğine göre, bu süreç neredeyse anlık hale gelmiştir. Ancak sistemin sonuçları mutlaka insan gözetiminde gözden geçirilmekte, onaylanmakta ve gerekli düzeltmeler yapılmaktadır. Hiçbir karar doğrudan YZ'ye bırakılmamakta; dolayısıyla teknoloji insanları desteklemek amacıyla kullanılmaktadır.[659] Benzer şekilde Fransız Senatosu da mevzuat yorumunda YZ araçlarına bağımlılığa karşı uyarıda bulunarak, mevzuat kalitesinin yasaların baştan anlaşılır ve net yazılmasıyla sağlanması gerektiğini

---

reporting-flemish-parliament#:%7E:text=In%20order%20to%20improve%20the,people%20can%20follow%20the%20live (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[656] Harris, M. (2022) *Assessing US congressional AI adoption*. Kasım. POPVOX. https://www.popvox.org/blog/assessing-us-congressional-ai-adoption (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[657] McCaffrey, R. (2024) *Use of AI in legislatures* (Rapor No. NIAR 193-2024; Paper No. 33/25). Eylül. Northern Ireland Assembly, Research and Information Service. s.24.

[658] Williamson, A. (2024) *World e-Parliament report 2024*. Inter-Parliamentary Union. https://www.ipu.org/resources/publications/reports/2024-xx/world-e-parliament-report-2024. s.44-45. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[659] Inter-Parliamentary Union. (2022) How AI helps Italian Senate manage amendments. *Innovation Tracker*. Ekim,. https://www.ipu.org/innovation-tracker/story/how-ai-helps-italian-senate-manage-amendments#:~:text=This%20experimental%20feature%20is%20already,beings%2C%20not%20to%20replace%20them (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

vurgulamaktadır.[660]

2.2.3.1.2 Türkiye'deki Örnekler ve Ulusal Gelişmeler

Türkiye'de YZ'nin yasama süreçlerinde kullanımına yönelik en somut adımlardan biri küresel eğilimlere paralel olarak meclis tutanak hizmetlerinin modernizasyonu kapsamında, 2023 yılında TBMM ile TÜBİTAK iş birliğinde hayata geçirilen Tutanak Bilgi Sistemi Projesidir. Yaklaşık 1,5 yıldır yürütülen bu proje, YZ tabanlı ses tanıma teknolojisini kullanarak Genel Kurul ve komisyonlardaki konuşmaları otomatik olarak metne dökmeyi amaçlamaktadır. Sistem, hangi milletvekilinin konuştuğunu sesinden tanıyarak kimlik tespiti yapabilmekte ve konuşmayı anında yazılı tutanak haline getirebilmektedir. Bu teknolojik dönüşümle birlikte, TBMM'de görev yapan 99 stenografın iş akışında da değişiklik öngörülmektedir. Buna göre stenografların, geleneksel olarak yaptıkları metni baştan yazma işlevi yerine, YZ'nin ürettiği metni kontrol ve düzeltme görevini üstlenerek uzman stenograf rolüne geçmelerinin planlandığı aktarılmaktadır.[661]

TBMM'nin 27. Dönem verilerine göre, 8.974 saatlik toplantıda toplam 312.402 sayfa tutanak üretilmiştir. Bu hacim göz önüne alındığında, YZ desteğinin hız ve verimlilik açısından kayda değer iyileştirmeler sağlaması beklenmektedir. Özellikle 23 uzman stenografın mevcut iş yükünün teknolojik destekle azaltılması hedeflenmekte, insan kaynaklarının daha stratejik alanlarda değerlendirilmesine olanak tanınması amaçlanmaktadır. Projenin dikkat çekici yanlarından biri de teknolojinin sınırlarının net şekilde belirlenmiş olmasıdır. Buna göre; YZ sisteminin, tartışmalı oturumlarda sesler üst üste bindiğinde konuşmacıları ayırt etmekte zorlanacağı öngörüldüğünden bu gibi durumlarda geleneksel stenografi yöntemlerinin devreye girmesinin gerekeceği, dolayısıyla teknolojinin insan kapasitesini tamamen ikame etmek yerine tamamlayıcı bir rol üstlenmesinin planlandığı belirtilmektedir. Bu yaklaşım, TBMM'nin YZ entegrasyonunda dengeli ve pragmatik bir tutum sergileme niyetinde olduğunu göstermektedir.[662]

8 Mayıs 2025 tarihinde TBMM Başkanı Numan Kurtulmuş'un himayelerinde ve Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun koordinatörlüğünde "Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi" düzenlenmiştir. Zirve, Türkiye'nin YZ alanındaki potansiyelini ortaya koymak,

---

[660] European Parliament, (2025) *Critical Approach to EU law-making: French Senate's report on EU legislation* (Policy Department for Justice, Civil Liberties and Institutional Affairs) s. 14.

[661] Yılmaz, A. (2023) Meclis'in hafızası stenograflara "yapay zeka" desteği geliyor. Ekim. *Anadolu Ajansı*. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/meclisin-hafizasi-stenograflara-yapay-zeka-destegi-geliyor/3029658 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[662] a.g.e.

kamu-özel sektör-akademi-sivil toplum iş birliğini güçlendirmek ve ortak bir vizyon geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Etkinlikte, YZ'nin sadece büyük şirketlerin değil, öğretmenlerin sınıfından çiftçilerin tarlasına kadar her alanda etkili olacağı vurgulanmış, teknolojinin hiçbir bireyi dışarıda bırakmaması için kapsamlı politikalar geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.[663]

2.2.3.1.3 Öneriler

1. TBMM Tutanak Bilgi Sistemi'nin Kapsamının "Akıllı Yasama Desteği" ile Genişletilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Hâlihazırda TBMM ve TÜBİTAK iş birliğiyle yürütülen Tutanak Bilgi Sistemi Projesi, sadece konuşmaların deşifresiyle sınırlı kalmamalı; yasa tekliflerinin önceki mevzuatla tutarlılığını analiz eden, benzer kanun tekliflerini gruplayan ve kamuoyuna yönelik özetler üreten "Akıllı Yasama Destek Modülleri" ile zenginleştirilmelidir. Bu bölümde değinilen Birleşik Krallık'taki LEX veya Şili Parlamentosu'ndaki CAMINAR projesi gibi bir araç, milletvekillerine tekliflerle ilgili tüm tarihsel ve yasal bağlamı saniyeler içinde sunmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde belirtildiği gibi, İtalya Senatosu benzer ifadeler içeren önergeleri kümeleyerek, Avrupa Parlamentosu ise Archibot asistanı ile 2,1 milyon dokümana anında erişim sağlayarak yasama süreçlerindeki iş yükünü ve analiz süresini %80'e varan oranlarda azaltmıştır. Bu tür modüller, yasa yapım kalitesini artıracak, kurumsal hafızayı güçlendirecek ve karar alma süreçlerini daha veriye dayalı hale getirecektir.

2. Şeffaflık ve Erişilebilirlik İçin Yapay Zekâ Araçlarının Yaygınlaştırılması (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Meclis çalışmalarının işitme engelli, yaşlı ve yabancı uyruklu vatandaşlar tarafından takibini kolaylaştırmak amacıyla, Genel Kurul ve komisyon yayınları için gerçek zamanlı deşifre ve çok dilli çeviri sistemleri kalıcı olarak devreye alınmalıdır. Ayrıca, karmaşık yasa metinlerini sadeleştiren "otomatik özetleyici" araçların çıktıları, kamuoyunun bilgilendirilmesi amacıyla düzenli olarak paylaşılmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde aktarılan Belçika Flaman Parlamentosu örneği, canlı altyazı sistemlerinin sosyal kapsayıcılığı nasıl artırdığını göstermektedir. Benzer şekilde, Hindistan'ın "Digital Sansad" platformu çok dilli çeviri ile dil bariyerlerini ortadan kaldırmıştır. Bu uygulamalar, demokratik katılımı ve yasama süreçlerinin şeffaflığını temel düzeyde

[663] Sarı, O. (2025) TBMM'de "Veriden Karara Ulusal Yapay Zeka Zirvesi" başladı. Mayıs. *Anadolu Ajansı*. https://www.aa.com.tr/tr/politika/tbmmde-veriden-karara-ulusal-yapay-zeka-zirvesi-basladi/3560854

güçlendirmek için kritik öneme sahiptir.

3. Yasama Süreçleri İçin Yapay Zekâ Etik Rehberi Oluşturulması (Vade: Kısa)

- **Öneri:** TBMM bünyesinde, YZ kullanımının etik sınırlarını, insan denetiminin vazgeçilmez rolünü, şeffaflığı ve veri mahremiyetini düzenleyen bir "Parlamento Yapay Zekâ Kullanım İlkeleri Rehberi" hazırlanmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde yer verilen Westminster Demokrasi Vakfı'nın 16 ülkeden uzmanlarla hazırladığı rehber ilkeler, parlamentolar için bu alanda bir çerçeve oluşturmanın önemini vurgulamaktadır. Etik Değerler, İnsan Özerkliği ve Mahremiyet gibi temel prensipleri benimseyen bir rehber, teknolojinin insan odaklı kalmasını güvence altına alacak ve olası risklere karşı kurumsal bir duruş sergilenmesini sağlayacaktır.

2.2.3.2 İdare Alanında Yapay Zekâ Kazanımları

YZ teknolojileri kamu sektöründe verimliliği, etkinliği ve hesap verebilirliği; otomasyon, kişiselleştirilmiş hizmet sunumu ve veri temelli karar destek mekanizmalarıyla geliştirme imkânı sunmaktadır.[664] Bu dönüştürücü etki, toplumsal yaşamın farklı katmanlarında somutlaşmaktadır. Örneğin, McKinsey'in araştırması, YZ'nin 2024 yılı itibarıyla bireylerin kişisel yaşamlarında günde ortalama bir saatlik otomasyon potansiyeli sunduğunu ve bu potansiyelin 2030 yılına kadar günde üç saate kadar çıkabileceğini göstermektedir.[665]

İş dünyasında ise PwC'nin "2025 Yapay Zekâ İşletme Tahminleri" raporu, doğru stratejilerle verimlilikte, pazara sunma hızında ve gelirde %20 ila %30 arasında kazanımlar sağlanabileceğini ortaya koymaktadır.[666] Bu verimlilik artışları özel sektörle sınırlı kalmayıp, kamu hizmetlerinde de somut başarılara dönüşmektedir. Nitekim, Estonya'nın dijital altyapısının bel kemiğini oluşturan X-Road platformunun, ülke genelinde yıllık olarak 844 yıllık bir çalışma süresinden tasarruf sağladığı belirtilmektedir.[667] Bu ve benzeri

---

[664] Berryhill, J., Heang, K. K., Clogher, R., & McBride, K. (2019) *Hello, world: Artificial intelligence and its use in the public sector* (OECD Working Papers on Public Governance No. 36). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/726fd39d-en, s.76.

[665] Mayer, H., Yee, L., Chui, M., & Roberts, R. (2025) *Superagency in the workplace: Empowering people to unlock AI's full potential* [Report]. McKinsey & Company. Ocak. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[666] PricewaterhouseCoopers. (2025). *2025 AI business predictions* [Web article]. PwC. https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-predictions.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[667] Rashid, N. (2020) *Deploying the once-only policy: A privacy-enhancing guide for policymakers and civil society actors*. Ash Center for Democratic Governance and Innovation, Harvard Kennedy School. Kasım. https://ash.harvard.edu/wp-content/uploads/2024/02/deploying-once-only-policy.pdf, s.7. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kazanımlardan istifade etmek isteyen Singapur'da da Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2.0 kapsamında 743 milyon dolarlık bir yatırımla desteklenen teknoloji ajansı GovTech, 50'den fazla uygulamanın desteğiyle devlet hizmetlerinin %90'ını yapay zekâ ile sunarak bu alanda küresel bir standart oluşturmaktadır.[668]

Bu örnekler, YZ dönüşümünün kamu yönetiminde yalnızca verimliliği artırmakla kalmadığını, aynı zamanda vatandaş deneyimini de köklü biçimde değiştirebileceğini göstermesi açısından önemlidir. Bu dönüşümün merkezinde ise verinin kendisi yer almaktadır. Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet Yılmaz'ın 8 Mayıs'ta TBMM'de düzenlenen Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi'nde belirttiği gibi, "Verinin artık en değerli meta haline geldiği" bu yeni çağda, veriyi kontrol eden ve daha iyi işleyebilenlerin avantajlı konuma yükseleceği açıktır.[669] Nitekim bu devrim niteliğindeki dönüşüm, ülkeleri kendi ulusal stratejilerini geliştirmeye ve küresel hazırlık seviyelerini artırmaya yöneltmektedir.

2.2.3.2.1 Kamu İdaresi Modernizasyonu ve Dijital Dönüşüm Kapsamındaki Gelişmeler

Oxford Insights'ın 2024 tarihli Devletlerin Yapay Zekâya Hazırlık Endeksi'ne göre kendi ulusal stratejilerini geliştirmeye ve küresel hazırlık seviyelerini artırmaya dönük çalışmalar yapan ülkeler arasında, ABD, Çin, Singapur, İngiltere, Finlandiya ve Danimarka gibi ülkeler lider konumdadır.[670]

Bu alandaki öncü modellerden biri olduğu daha önce belirtilmiş olan Estonya, e-Estonia inisiyatifi ile kamu hizmetlerinin %99'unu dijitalleştirmeyi başarmıştır.[671] Güney Kore, 2025 yılına kadar 8,5 milyar dolar yatırım yapılan Digital New Deal programı ve K-Government girişimi kapsamında 2022 yılından bu yana hayata geçirilen 34 ayrı YZ destekli kamu hizmeti ile dijital devlet dönüşümünde öncü konumdadır.[672]

Kamu idarelerinin modernizasyonu bağlamında otomatizasyon ve süreç iyileştirme

---

[668] Tilawat, M. (2025) *The 2025 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading the Revolution?* All About AI. Temmuz. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[669] Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet Yılmaz'ın Veriden Karara Ulusal Yapay Zeka Zirvesi, Açılış Oturumu Konuşması.

[670] Tilawat, M. (2025) *The 2025 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading the Revolution?* All About AI. Temmuz. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[671] Velsberg, O. *Hits, misses, and lessons learned: How Estonia delivers public services in the age of AI*. AI for Good. https://aiforgood.itu.int/hits-misses-and-lessons-learned-how-estonia-delivers-public-services-in-the-age-of-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[672] Tilawat, M. (2025) *The 2025 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading the Revolution?* All About AI. Temmuz. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

uygulamalarında sohbet botlarının ve sanal asistan teknolojilerinin öne çıktığını söylemek mümkündür. ABD Vatandaşlık ve Göçmenlik Hizmetleri (USCIS), web sitesinde mevcut olan bilgiler için dahi ayda 1 milyonu aşan telefon çağrısının yarattığı yoğunluk ve kaynak yetersizliği gibi sorunlarla başa çıkabilmek amacıyla "Emma" adını verdiği sohbet botunu - yıllar önce, 2012 yılı Aralık ayında resmi olarak duyurmuştur. Bu sanal asistan, sitenin kendi arama özelliğinden yaklaşık iki kat daha fazla kullanılmakta olup, ayda ortalama 456.000 soruyu yanıtlamaktadır. Ayrıca, sıkça sorulan soruları İngilizce'de %90, İspanyolca'da ise %86 oranında doğru yanıtlama başarısı gösterdiği belirtilmektedir.[673] Benzer şekilde Birleşik Krallık Eğitim Bakanlığı, M365 Copilot web sohbet aracını kurumsal veri koruması altında bilgiye erişim, yazma becerilerinin geliştirilmesi, örüntü tanıma, veri analizi ve doğal dil anlama ile üretme (örneğin metin özetleme) gibi işlevler için kullanmaktadır.[674]

Singapur'da teknoloji ajansı GovTech tarafından geliştirilen One Service Chatbot, vaka detaylarını otomatik olarak çıkartmakta, bu vakaları kategorize ederek ilgili kamu kurumlarına yönlendirmekte ve 2021'yılından bu yana yaklaşık 2.000 çalışma saati tasarruf sağlamış bulunmaktadır.[675] Estonya'nın Bürokratt projesi, vatandaşların kamu kurumlarından bir sohbet penceresi aracılığıyla bilgi almalarını sağlayan, kurumların web siteleri üzerinde birlikte çalışabilen bir chatbot ağı olarak hizmet vermektedir.[676] Estonya'da kamu hizmetlerinde YZ uygulamaları, bu tür genel bilgi hizmetlerinin ötesinde ulaştırma gibi spesifik sektörlerde de operasyonel verimliliği artırmak için kullanılmaktadır. Örneğin, ulaştırma sektöründe trafik akışını optimize etmek ve kentsel alanlardaki sıkışıklığı azaltmak için YZ tabanlı trafik yönetim sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, sensörlerden ve kameralardan gelen verileri kullanarak trafik düzenini analiz etmekte, trafik sinyallerini gerçek zamanlı olarak ayarlamakta ve sürücülere zamanında bilgi sağlamaktadır. Ulaştırma sektöründe kullanılan YZ sistemi ayrıca, erişilebilirliği ve verimliliği artıran, talep üzerine otobüs hizmetleri gibi akıllı toplu taşıma çözümlerinin geliştirilmesini de desteklemektedir.[677]

Türkiye de bu küresel vizyon doğrultusunda, "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-

[673] Holmstrom, A. (2023) Who *is Emma? Using chatbots in immigration services*. Application, Ethics, and Governance of AI. Mart. https://aegai.nd.edu/latest/who-is-emma-using-chatbots-in-immigration-services (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[674] Rhodes, C. (2025) *AI in UK government departments* (Araştırma Raporu No. CBP-10236). Nisan. House of Commons Library. s.8.
[675] Wei, N.W. (2024). *How generative AI can open new frontiers in public service delivery (and what's needed to get there)*. Ethos Issue 27. https://knowledge.csc.gov.sg/how-generative-ai-can-open-new-frontiers-in-public-service-delivery-and-what-s-needed-to-get-there (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[676] Kratid. *What is a Bureaucrat?* https://www.kratid.ee/burokrati-tutvustus (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[677] Hamer, C. (2024) *Case Study: AI implementation in the Government of Estonia* [Report]. Public Sector Network. Ekim. https://publicsectornetwork.com/insight/case-study-ai-implementation-in-the-government-of-estonia (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2025" ile kamu kurumlarında YZ uygulamalarının yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. (Mülga) CBDDO koordinasyonunda kurulan "Kamu YZ Ekosistemi" ile bakanlıklar başta olmak üzere merkezi ve yerel yönetim kurum ve kuruluşlarının YZ ve ileri analitik projelerinin takibi ve desteklenmesi sağlanmaktadır. Bu noktada Adalet Bakanlığı'nın sesli asistan ve karar destek sistemleri, Sağlık Bakanlığı'nın COVID-19 teşhisinde kullandığı YZ uygulaması ve İçişleri Bakanlığı'nın gerçek zamanlı olay entegrasyonu projeleri gibi uygulamalar yürütülmektedir. Bu durum Türkiye'nin kamu hizmetlerinde YZ entegrasyonunda somut adımlar attığına işaret etmesi açısından önemlidir.[678]

Kamu-özel sektör iş birliği modelleri de YZ entegrasyonunu hızlandırmaktadır. Nitekim bunu sağlamak üzere Türkiye'de TÜBİTAK'ın 2024 yılında yayınladığı "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi" çağrısı kapsamında kamu kurumlarının ihtiyaç duyduğu YZ çözümlerinin geliştirilmesi hedeflenirken oluşturulan konsorsiyum içinde özel sektörün veya kamu Ar-Ge birimlerinin Proje Yöneticisi Kuruluş (PYÖK), üniversitelerin ise Proje Yürütücüsü Kuruluş (PYK) olarak yer aldığı bir işbirliği modeli tarif edilmektedir.[679] Bu gelişmeler, kamu idaresinde YZ teknolojilerinin sistematik entegrasyonunun hem teknik hem de organizasyonel boyutlarının stratejik olarak planlanmasını gerektirdiğini de göstermektedir.

2.2.3.2.2 Verimlilik Artışı ve Maliyet Optimizasyonu Kapsamındaki Kazanımlar

YZ uygulamalarının idari süreçlerde sağladığı verimlilik artışı, nicel verilerle desteklenmektedir. 2024 yılı Kasım ayında St. Louis Merkez Bankası'nda yayınlanan bir araştırmaya göre, üretken yapay zekâ (GenAI) kullanımı çalışma saatlerinde ortalama %5.4'lük bir zaman tasarrufu sağlamıştır.[680] 2024 yılı Aralık ayı itibarıyla YZ kullanımının görev verimliliğinde de üç kat bir artışa yol açtığı belirtilmektedir. [681]

Bu genel eğilimler sektör bazında farklılaşmaktadır: enerji ve kamu hizmetleri sektöründe günde ortalama 75 dakika, imalat sektöründe 62 dakika, finans sektöründe 57

---

[678] (Mülga) CBDDO. (2021). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025. Cumhurbaşkanlığı. https://cbddo.gov.tr/assets/docs/tuai/Ulusal_Yapay_Zeka_Stratejisi_TR.pdf, s.9. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[679] TÜBİTAK. (2024) *Yapay zekâ alanında "Kamu Yapay Zekâ Ekosistem 2024 Çağrısı" başvuruya açıldı!*. Kasım. TÜBİTAK. https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/yapay-zeka-alaninda-kamu-yapay-zeka-ekosistem-2024-cagrisi-basvuruya-acildi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[680] Bick, A., Blandin, A., & Deming, D. J. (2025) *The impact of generative AI on work productivity*. Şubat. Federal Reserve Bank of St. Louis. https://www.stlouisfed.org/on-the-economy/2025/feb/impact-generative-ai-work-productivity (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[681] Kaput, M. (2025) *New study shows generative AI triples work efficiency*. Şubat. Marketing AI Institute. https://www.marketingaiinstitute.com/blog/generative-ai-productivity-study (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

dakika tasarruf sağlanmaktadır.[682] Meslek bazında incelendiğinde ise teknoloji sektöründeki çalışanlar günde ortalama 66 dakika tasarruf ederken, programcılar YZ kullanarak haftada %126 daha fazla proje tamamlayabilmektedir. Benzer şekilde, beyaz yakalıların YZ ile saatte %59 daha fazla doküman hazırladığı ifade edilmektedir.[683]

Sağlık sektöründeki verimlilik artışlarına dair somut örnekler de dikkat çekicidir. Tayvan'da Chi Mei Tıp Merkezi'ndeki doktorların rapor yazma süreleri YZ sayesinde bir saatten 15 dakikaya düşmüştür.[684] Başka bir araştırmada ise, Birleşik Krallık Ulusal Sağlık Servisi (NHS) profesyonellerinin, günlükbürokratik görevlerde YZ kullanarak haftada bir gün tasarruf edebileceklerini tahmin ettikleri ortaya konmuştur. [685] Bu uluslararası örneklerin yanı sıra, Türkiye'de de hasta yönlendirme ve kaynak optimizasyonu konusunda önemli bir YZ uygulaması öne çıkmaktadır. Sağlık Bakanlığı'nın "Neyim Var?" uygulaması, hastaların şikâyetlerini YZ ile analiz ederek onları doğru polikliniğe yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye'de her 100 kişiden 6'sının yanlış branşa başvurması sorunundan yola çıkan ve 10 milyondan fazla kişi tarafından kullanılan bu sistem, doğru tedavi sürecini hızlandırırken, günlük yaklaşık 120 bin yanlış başvurunun önlenmesiyle sağlık sistemi üzerindeki gereksiz yükü ve maliyeti azaltmaktadır.[686]

Bu bireysel ve sektörel kazanımlar, kurumsal düzeyde önemli finansal getirilere dönüşmektedir. Büyük danışmanlık firmalarının 2024 yılı raporları, YZ yatırımlarının finansal getirilerini ortaya koymaktadır. Ernst&Young'ın araştırmasına göre, YZ yatırımı yapan şirketlerin %97'si bu yatırımlarından kâr elde ettiklerini belirtirken, %34'ü önümüzdeki yıl 10 milyon dolar veya daha fazla yatırım planladıklarını aktarmaktadır.[687] Accenture araştırmasına göre, tamamen modernize edilmiş, YZ liderliğindeki süreçlere sahip şirketler, rakiplerine kıyasla 2.5 kat daha yüksek gelir büyümesi ve 2.4 kat daha fazla verimlilik elde

[682] Negrea, D. (2025) *Key statistics driving AI adoption in 2024* [Blog post]. Ocak. HyperSense Software. https://hypersense-software.com/blog/2025/01/29/key-statistics-driving-ai-adoption-in-2024 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[683] a.g.e.
[684] a.g.e.
[685] Wirtschafter, V. (2025) *For AI to make government work better, reduce risk and increase transparency*. Ocak. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/articles/for-ai-to-make-government-work-better-reduce-risk-and-increase-transparency (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[686] Yorgancıoğlu Tarcan, G., Yalçın Balçık, P., & Sebik, N. B. (2024) Türkiye ve dünyada sağlık hizmetlerinde yapay zekâ. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, *14*(1), 50-60. https://doi.org/10.31020/mutftd.1278529. s.55.
[687] McWilliams, L. (2024) *EY research: Artificial intelligence investments set to remain strong in 2025, but senior leaders recognize emerging risks*. Aralık. Ernst & Young. https://www.ey.com/en_us/newsroom/2024/12/ey-research-artificial-intelligence-investments-set-to-remain-strong-in-2025-but-senior-leaders-recognize-emerging-risks (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

etmektedir.[688] Benzer şekilde aynı araştırmada YZ odaklı yeniden yapılanmayı başarıyla sürdüren şirketlerin, rakiplerine kıyasla %15 daha fazla ciro performansı sağladıkları; bu oranın 2026 yılına gelindiğinde iki kattan daha fazla artmasının beklendiği sonucuna ulaşılmıştır.[689]

Kaynak optimizasyonu ve maliyet azaltma örnekleri, somut başarı hikayelerini ortaya koymaktadır. Örneğin, Colgate-Palmolive şirketi YZ sayesinde üretim hattında yaşanabilecek 192 saatlik üretim durma süresini (makine arızaları, bakım gereksinimleri veya operasyonel sorunlar nedeniyle üretimin durması) önlemiş ve böylece 2.8 milyon kutu diş macununa eşdeğer bir üretim kaybını engellemiştir. Ayrıca, YZ tabanlı izleme sistemleri sayesinde bir motor arızasının erken teşhisi gerçekleştirilerek 12.000 dolarlık motor değişim maliyetinden ve 27.000 dolarlık değişken dönüşüm giderlerinden tasarruf sağlanmıştır.[690] Benzer şekilde, Siemens şirketi de YZ destekli tahmine dayalı bakım uygulamaları ile makine ömrünü uzatmış ve sermaye yatırımında 555.000 dolar tasarruf elde etmiştir. Diğer yandan, Jaguar Land Rover finans süreçlerini otomatikleştirerek 1.2 milyon doların üzerinde ek değer yaratmayı başarmıştır.[691]

Bu örneklerin ötesinde, daha geniş ölçekli araştırmalar YZ'nin toplam tasarruf potansiyelini gözler önüne sermektedir. Deloitte'un bir tahminine göre, ABD'de federal hükümet çalışanlarının görevlerinin otomatize hale getirilmesi sonucu yıllık 96.7 milyon ila 1.2 milyar saat arasında potansiyel bir zaman tasarrufu sağlanabileceği belirtilmektedir. Bu saat tasarrufunun parasal karşılığının ise yıllık 3.3 milyar ila 41.1 milyar dolar arasında olabileceği hesaplanmaktadır.[692]

2.2.3.2.3 Vatandaş Memnuniyeti Artışı ve Bürokrasiyi Azaltma Süreçleri

Vatandaş memnuniyeti verilerinde YZ destekli hizmetlerin etkisi açık biçimde gözlenmektedir. GCC ülkelerinde %81 net memnuniyet oranı (küresel ortalama %65)[693],

---

[688] Accenture. (2024) *New Accenture research finds that companies with AI-led processes outperform peers*. Ekim. Accenture. https://newsroom.accenture.com/news/2024/new-accenture-research-finds-that-companies-with-ai-led-processes-outperform-peers (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[689] Accenture. (2024) Going for Growth. Araştırma Raporu. https://www.accenture.com/us-en/insights/strategy/ai-enabled-growth (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[690] Agbo, H. (2024) *AI cost-efficiency for companies*. Ekim. Gurcan Partners. https://gurcanpartners.com/ai-cost-efficiency/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[691] a.g.e.

[692] Mehr, H. (2017) *Artificial intelligence for citizen services and government*. Ağustos. Ash Center for Democratic Governance and Innovation, Harvard Kennedy School. s.4-5.

[693] Mourtada, R., Littig, L., Carrasco, M., Schetinin, S., & Baru, A. (2024) *Digital government in the age of AI: Championing GCC next-gen citizen services*. Kasım. Boston Consulting Group. https://www.bcg.com/publications/2024/digital-government-in-the-age-of-ai-championing-gcc-next-gen-citizen-services (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Türkiye e-Devlet kapısında %95,8[694] memnuniyet oranı (2024 anketi), Avustralya'da yaşam olayı hizmetleri için %93[695] memnuniyet oranı kaydedilmiştir. Ayrıca Türkiye'de 8.542 farklı hizmet 67.8 milyon kullanıcıya sunulurken, ziyaretlerin %41'i mobil cihazlarla gerçekleşmektedir.[696]

YZ destekli uygulamaların, bürokrasiyi azaltarak vatandaş deneyimini sadeleştirdiğine ilişkin dünya genelinde de somut başarılardan bahsedilmektedir. Örneğin, ABD Federal Hükümeti 2023 yılında710 olan YZ kullanılan "kamu hizmeti uygulaması sayısı"nı 2024 yılında %147 artışla 1.757'ye çıkarmıştır.[697] Bu genişlemenin; patent sınıflandırmasından belge özetlemeye, çeviriden politika taramasına kadar çeşitli alanlarda otomasyon sayesinde işlem sürelerini azaltarak kamu hizmetlerini hızlandırdığı belirtilmektedir. [698] Benzer şekilde, Ukrayna'nın Diia platformunun, 19 milyon kullanıcıya tek bir dijital çatı altında 100'ün üzerinde kamu hizmeti sunarak vatandaşlar için süreci sadeleştirdiği ifade edilmektedir.[699] Singapur'da da "Moments of Life" girişimiyle doğum, evlilik, ölüm gibi hayatın önemli dönemlerinde ihtiyaç duyulan tüm kamu hizmetlerinin bir araya getirildiği aktarılmaktadır.[700]

2.2.3.2.4 Karar Destek Sistemleri ve Veri Analizi Uygulamalarının Gelişimi

Karar destek ve veri analizi süreçleri YZ ile güç kazanmaktadır. Kamu kurumları hiç olmadığı kadar fazla veriye erişebilir durumda olmakla birlikte bu verileri etkin kullanma konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır. YZ teknolojileri, mevcut veri zenginliği ile pratik kullanılabilirlik arasında köprü görevi üstlenmekte, karmaşık veri setlerinin işlenmesi ve yorumlanmasını kolaylaştırarak ve kritik örüntü ve eğilimlerin tespit edilmesini sağlayarak

---

[694] Ünlü, S. (2025) *e-Devlet'ten memnuniyet oranı 2024'te yüzde 95,81'e yükseldi*. Şubat. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/e-devletten-memnuniyet-orani-2024te-yuzde-95-81e-yukseldi/3481903 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[695] Publicis Sapient. (2024) *Digital citizen report 2024: 'No citizen left behind': Delivering exceptional digital services for every Australian citizen*. https://www.publicissapient.com/insights/citizen-insights-hub. s.4. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[696] Cumhurbaşkanlığı, (2025) *e-Devlet Kapısı istatistikleri*. Haziran. https://www.turkiye.gov.tr/edevlet-istatistikleri (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[697] Wirtschafter, V. (2025) *For AI to make government work better, reduce risk and increase transparency*. Ocak. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/articles/for-ai-to-make-government-work-better-reduce-risk-and-increase-transparency/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[698] Wirtschafter, V. (2025) *For AI to make government work better, reduce risk and increase transparency*. Ocak. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/articles/for-ai-to-make-government-work-better-reduce-risk-and-increase-transparency/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[699] Boyd, J., Brainard, G., Murty, N. S. N., Mariani, J., & Kishnani, P. (2024) 10x improvement in customer experience. Mart. Deloitte Insights. https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/government-public-sector-services/government-trends/2024/radically-improving-the-government-customer-experience.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[700] Soon, L. (2024) *Is Singapore's AI-driven citizen experience the future of public services?*. Ağustos. CMSWire. https://www.cmswire.com/customer-experience/is-singapores-ai-driven-citizen-experience-the-future-of-public-services/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yöneticilere stratejik kararlarında önemli bir destek sunmaktadır.[701]

Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleri, teknik uzmanlığı olmayan görevlilerin dahi büyük veri kaynaklarına doğal dilde sorgularla erişip bilgi çekebilmesine imkân tanıyarak kurum içi bilgi akışını hızlandırmakta, şeffaflığı ve hesap verilebilirliği artırmaktadır. Bu teknoloji sayesinde yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerde karmaşık aramalar basitleşmekte, örneğin devlet yüklenicilerine yönelik kılavuzlarla eğitilmiş YZ modelleri kabul edilebilir işletme giderleri hakkında doğal dilde sorulan sorulara yanıt verebilmektedir.[702] Üretken YZ tabanlı uygulamalar, geçmiş verileri kullanarak gelecek hakkında tahminler üretir. Bu yaklaşım, personelin gelecekteki eğilimleri önceden görmesini ve gelişmekte olan zorlukları sorun haline gelmeden ele almasını sağlayarak planlama ve kaynak tahsisini iyileştirmektedir. Kamu kurumları bu teknoloji ile doğal afetlerin muhtemel etkilerini önceden öngörerek kritik kaynakları afet gerçekleşmeden önce seferber etme imkânı bulmaktadır.[703]

Kalogiannidis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalar, NLP teknolojilerinin risk değerlendirme süreçlerinde %70 oranında hız artışı sağladığını ve risk tanımlama doğruluğunu %79 seviyesine çıkardığını göstermektedir.[704] Özellikle yapılandırılmamış metin verilerinin analiz edilmesinde NLP'nin manuel analize kıyasla %84 oranında daha güvenilir sonuçlar ürettiği tespit edilmiştir.[705] Bu gelişmeler, kamu kurumlarının günlük olarak karşılaştığı büyük miktardaki olay raporu, sosyal medya gönderisi ve vatandaş şikayeti gibi metinsel verilerin sistematik olarak değerlendirilmesinde kritik önem taşımaktadır.[706]

Sosyal politika alanında da benzer kazanımlar söz konusudur: Exeter Üniversitesi tarafından yapılan bir araştırmada, YZ'nin uzun vadeli sosyal yardım bağımlılığı riskini geleneksel yöntemlere göre %20 daha yüksek bir doğrulukla tahmin edebildiği gösterilmiştir. Bu sonuca ulaşmak için YZ algoritmaları, Avustralya'nın sosyal güvenlik sisteminden alınan sosyo-ekonomik ve demografik verileri analiz etmiştir. Bu tür veri odaklı yaklaşımlar, risk altındaki bireylerin önceden tespit edilmesine ve destek hizmetlerinin onlara daha erken ulaştırılmasına olanak tanımaktadır.[707] Bu gelişmeler, kamu idaresinin proaktif hizmet

---

[701] Van Buren, E. (2025) *AI: Can smart technologies drive government efficiency?*. Ocak. Deloitte Insights. s.1-2.
[702] a.g.e.
[703] a.g.e.
[704] Kalogiannidis, S., Kalfas, D., Papaevangelou, O., Giannarakis, G., ve Chatzitheodoridis, F. (2024). The role of artificial intelligence technology in predictive risk assessment for business continuity: A case study of Greece. Ocak. *Risks*, *12*(2), 19. https://doi.org/10.3390/risks12020019. s.4-9.
[705] a.g.e.
[706] a.g.e.
[707] Rocket.Chat. (2024) *10 ways AI-powered public services are driving innovation in government*. Aralık. Rocket.Chat Blog. https://www.rocket.chat/blog/innovation-in-government (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

sunumu yaklaşımını güçlendirerek hem vatandaş memnuniyetini hem de kaynak verimliliğini artırmaktadır.

YZ tabanlı karar destek sistemlerinin gelişimi, ulusal sınırları aşarak uluslararası iş birliği ve standartlaşma faaliyetlerini de beraberinde getirmektedir. Bu eğilimin en somut örneklerinden biri, ABD ve Singapur arasında YZ yönetişimi alanında yürütülen stratejik iş birliğidir. İki ülke, kendi ulusal YZ yönetim çerçevelerini—ABD Ticaret Bakanlığı'na bağlı NIST tarafından geliştirilen Yapay Zekâ Risk Yönetim Çerçevesi ve Singapur Enformasyon ve İletişim Bakanlığı'na bağlı IMDA tarafından geliştirilen AI Verify—karşılıklı olarak uyumlaştırmak amacıyla ortak bir haritalama çalışması tamamlamıştır.[708]

2.2.3.2.5 Öneriler

1. Kurumlarda "Yapay Zekâ Lideri" veya Bu Konuda Sorumlu Birim Belirlenmeli (Vade: Kısa)

- **Öneri:** UYZS'nin etkin bir şekilde uygulanmasını koordine etmek amacıyla her bakanlıkta ve ilgili kamu kurumunda bir "Yapay Zekâ Lideri" veya sorumlu bir birim belirlenmelidir. Ayrıca, kamu, özel sektör ve akademinin katılımıyla düzenli olarak toplanacak bir "Üst Düzey Yapay Zekâ İstişare Platformu" kurularak ulusal koordinasyon güçlendirilmelidir.
- **Gerekçe:** Bu bölümde de belirtildiği üzere, YZ entegrasyonu, hem teknik hem de organizasyonel boyutları olan stratejik bir planlama gerektirir. Kurumlar düzeyinde belirlenecek liderler ve üst düzey bir istişare platformu, bu bölümde değinilen "Kamu YZ Ekosistemi" gibi girişimlerin dağınık kalmasını önleyerek, ulusal hedeflerle uyumlu, bütüncül ve verimli bir dönüşüm sürecini yönetecektir.

2. Kamu Yapay Zekâ Teknolojileri için Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik Standartlarının Belirlenmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Kamu hizmetlerinde kullanılan (sosyal yardım, vergi, trafik yönetimi vb.) YZ algoritmalarından yüksek riskli kategoride bulunan veya geniş bir toplumsal etkiye sahip olanların temel çalışma prensiplerini, kullandıkları veri türlerini ve karar mantığını açıklayan bir "Kamu Yapay Zekâ Sicili" oluşturulmalı ve bu sistemlerin tarafsızlığı periyodik olarak bağımsız kurumlarca denetlenmelidir. Bu amaçla algoritmaların hangi kriterlerle "yüksek riskli" kabul edileceği net biçimde belirlenmelidir.

---

[708] U.S. Embassy in Singapore. (2024) *Fact sheet: U.S.-Singapore shared principles and collaboration on artificial intelligence*. Haziran. https://sg.usembassy.gov/fact-sheet-u-s-singapore-shared-principles-and-collaboration-on-artificial-intelligence/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

- **Gerekçe:** YZ'nin hesap verebilirliği geliştirme potansiyelinin yanında, şeffaflık eksikliğinin doğuracağı riskleri yönetmek kritik önemdedir. Özellikle hassas kararlar içeren (örneğin Exeter Üniversitesi'nin sosyal yardım bağımlılığı tahmini çalışmasında ifade edildiği gibi) alanlarda algoritmik ayrımcılığı önlemek ve kamusal güveni sağlamak ancak açık, ölçülebilir eşik değerleriyle oluşturulan şeffaf sicil ve denetim mekanizmaları sayesinde mümkün olacaktır.

3. Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi'nin İletişiminin Güçlendirilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** UYZS'nin hedeflerinin, kazanımlarının ve toplumsal faydalarının geniş kitlelere anlatılması için Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı koordinasyonunda bütüncül bir iletişim stratejisi yürütülerek toplumsal farkındalık ve sahiplenme artırılmalıdır.
- **Gerekçe:** YZ dönüşümünün başarısı, yalnızca teknolojik ve idari adımlara değil, aynı zamanda toplumun bu dönüşüme olan güvenine ve katılımına da bağlıdır. Stratejinin şeffaf bir şekilde anlatılması, Türkiye'nin ABD, Çin, Singapur gibi lider ülkeler arasında yer alma hedefine yönelik toplumsal bir motivasyon yaratacaktır.

4. Proaktif ve Bütünleşik Kamu Hizmetlerinin Hayata Geçirilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** e-Devlet Kapısı, "vatandaş talep etmeden hizmet sunan" proaktif bir yapıya dönüştürülmelidir. Bu kapsamda, Estonya'nın X-Road platformu örnek alınarak, vatandaşların aynı bilgiyi farklı kamu kurumlarına tekrar tekrar sunmasını engelleyen ve "Tek Seferlik Veri" (Once-Only) ilkesini esas alan YZ destekli entegre hizmet platformları yaygınlaştırılmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde değinildiği üzere Estonya'nın X-Road platformu, sadece 1 yıl içinde 844 yıllık toplam çalışma süresi tasarrufu sağlamıştır. Singapur'un "Moments of Life" girişimi gibi, vatandaşların yaşam olaylarına (doğum, evlilik, emeklilik) bağlı hizmetleri tek noktadan sunan proaktif bir yaklaşım, bürokrasiyi azaltacak ve %95,8 olan e-Devlet memnuniyet oranını daha da artıracaktır.

5. Kamu Yapay Zekâ Ekosisteminin ve Nitelikli İnsan Kaynağının Desteklenmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Kamu sorunlarına çözüm üreten yerli YZ projelerini desteklemek amacıyla TÜBİTAK gibi kurumların başlattığı "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi" çağrıları kalıcı hale getirilmeli ve bütçesi artırılmalıdır. Ayrıca, mevcut iş gücünün yeni beceriler kazanması için "Yeniden Vasıflandırma ve Vasıf Yükseltme" (Reskilling & Upskilling) programları yaygınlaştırılmalı ve Dijital Yetenek Haritası oluşturulmalıdır.
- Gerekçe: Teknolojik dönüşümün başarısı, sadece altyapıya değil, aynı zamanda bu teknolojiyi geliştirecek ve kullanacak nitelikli insan kaynağına bağlıdır. Hem yerli ekosistemi

pazar oluşturarak desteklemek hem de bu bölümde PwC raporuna atfen belirtilen %20-%30'luk verimlilik ve gelir artışı potansiyelinden faydalanmak için mevcut iş gücünü geleceğe hazırlamak zorunludur.

6. Türkiye'nin Bölgesel Yapay Zekâ Merkezi Olma Vizyonunun Desteklenmesi (Vade: Uzun)

- **Öneri:** Türkiye'nin bölgesel bir yapay zekâ merkezi (hub) olması vizyonuyla, uluslararası iş birliklerini, yatırımları ve yetenekleri ülkeye çeken "Türkiye Yapay Zekâ Forumu" gibi periyodik ve prestijli uluslararası etkinlikler düzenlenmelidir.
- **Gerekçe:** YZ, küresel bir rekabet alanıdır. ABD ve Singapur arasındaki işbirliği gibi proaktif adımlar, ülkelerin standart belirlemedeki rolünü güçlendirmektedir. Uluslararası arenada etkin bir rol almak, Türkiye'nin sadece teknoloji tüketen değil, aynı zamanda teknoloji, standart ve etik ilkeler üreten bir ülke konumuna gelmesi için stratejik önem taşımaktadır.

2.2.3.3 Yapay Zekânın Sosyal Kazanımları: Hukuk Alanında Etkinlik Ve Verimlilik

2.2.3.3.1 Giriş

Gelişen teknoloji ve dijital dönüşüm süreci, kamu hizmetlerinin daha etkin ve verimli hale getirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. YZ teknolojileri, hukuk alanında kamusal hizmetlerin iyileştirilmesi, adalet sisteminin hızlandırılması, vatandaş odaklı hizmetlerin sunulmasında kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle YZ teknolojileri, hukuk alanındaki kamu hizmetlerinde etkinlik ve verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Hukukun temel ilkeleri olan erişilebilirlik, hız ve doğruluk prensiplerini destekleyen YZ uygulamaları, mahkemelerden savcılıklara, noterlerden icra dairelerine kadar geniş bir yelpazede kamu hizmetlerini daha etkin hale getirmektedir.

YZ'nin hukuk alanında kamu hizmetlerine sağladığı etkinlik ve verimlilik avantajları aşağıda dünyadan örnekleriyle belirtilmiştir.

2.2.3.3.2 Hukuki Süreçlerde Otomasyon ve Hızlanma

YZ tabanlı sistemler, dava yönetimi, belge analizi ve hukuki karar destek mekanizmalarında etkin çözümler sunmaktadır. Mahkemelerde belge inceleme süreci, YZ algoritmaları sayesinde otomatize edilerek insan kaynaklı hatalar azaltılmakta ve karar alma süresi hızlanmaktadır. Ayrıca YZ destekli hukuk yazılımları, davalara ilişkin öngörüler sunarak yargı sürecinin daha şeffaf ve adil işlemesini sağlamaktadır.

2.2.3.3.2.1 Arjantin – PROMETEA & ChatGPT

Buenos Aires şehri savcılığı, 2017 yılında yargı kararlarını öngörüp taslak karar metinleri oluşturmak amacıyla PROMETEA adında bir YZ sistemi geliştirmiştir. Son dönemde bu sistem, ChatGPT tabanlı bir araca dönüştürülerek hukuki karar taslaklarını hazırlama süresi yaklaşık bir saatten 10 dakikaya kadar indirilmiştir[709]. Generative AI destekli bu çözüm, belirli dava türlerinde dokümanları analiz edip önceden tanımlanmış şablonlara göre karar metinleri yazmakta; böylece karar yazımı otomatikleşerek yargı süreçleri ciddi oranda hızlanmaktadır.

2.2.3.3.2.2 Brezilya – "Victor" Projesi

Brezilya Federal Yüksek Mahkemesi (STF), temyiz mahkemesine gelen olağanüstü temyiz başvurularını daha hızlı ele alabilmek için "Victor" adlı bir YZ programı kullanmaktadır[710]. Victor sistemi, başvuruları içerdikleri hukuki konu başlıklarına göre otomatik sınıflandırarak yüksek mahkemedeki devasa iş yükünü hafifletmeyi hedeflemektedir. Bu sayede hâkimler, öncelikli ve emsal niteliğindeki davalara vakit ayırabilirken benzer ya da usule aykırı başvurular YZ tarafından ayrıştırılmaktadır. Mahkeme kaynaklarına göre Victor, on binlerce dava dokümanını tarayarak ön değerlendirme yapabildiği için temyiz süreçlerinin hızını ve verimini artırmaktadır.

2.2.3.3.2.3 Hindistan – Yüksek Mahkeme Otomasyon Girişimleri

Hindistan Yüksek Mahkemesi, duruşmalardaki sözlü beyanları gerçek zamanlı olarak yazıya döken ve elektronik dava dilekçelerindeki biçimsel eksikleri otomatik tespit eden YZ araçlarını pilot olarak uygulamaya başlamıştır[711]. Örneğin, Anayasa Mahkemesi (AYM) duruşmalarında konuşmalar YZ destekli sistemle anında metne çevrilip mahkeme sitesinde yayınlanmaktadır. Ayrıca e-dava dosyalarında eksik belge ya da yanlış formata dair hatalar, başvuru sırasında makine öğrenmesi ile tespit edilerek avukatlara geri bildirim verilmektedir. Bu uygulamalar, tutanak hazırlama ve dosya inceleme süreçlerini hızlandırarak mahkeme

[709] Ministerio Público Fiscal de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (n.d.). *PROMETEA: Inteligencia artificial para la justicia*. (Arjantin PROMETEA & ChatGPT Uygulaması) IR Global. (2024, March 15). *In Argentina, ChatGPT is invited into legal decisions*. https://irglobal.com/article/in-argentina-chatgpt-is-invited-into-legal-decisions/ (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[710] Supremo Tribunal Federal. (n.d.). *Projeto Victor – Inteligência artificial no STF*. AWS. (2020). *VICTOR, the Brazilian Supreme Court's Artificial Intelligence*. https://cloud-platform-e218f50a4812967ba1215eaecede923f.s3.amazonaws.com/uploads/sites/25/2024/03/Victor-Beauty-or-the-Beast.pdf (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[711] Supreme Court of India. (2025). *SUPACE: Supreme Court Portal for Assistance in Court*. (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

personelinin yükünü azaltmakta ve yargılamaların daha çabuk ilerlemesini sağlamaktadır.

2.2.3.3.3 Kamu Hukuk Hizmetlerinde Erişilebilirliğin Artırılması

YZ tabanlı sohbet robotları ve dijital asistanlar, vatandaşların temel hukuki sorularına hızlı yanıt vermekte ve böylece hukuki hizmetlere erişimi kolaylaştırmaktadır. Bu sistemler, avukat veya kamu görevlilerine duyulan ihtiyacı azaltarak kamu hizmetlerinin maliyetlerini de düşürmektedir.

2.2.3.3.3.1 Singapur – iLAB Chatbot

Singapur Adli Yardım Bürosu, vatandaşların temel hukuki bilgilere kolay erişimi için iLAB (Intelligent Legal Assistance Bot) adlı akıllı sohbet botunu hizmete almıştır[712]. iLAB, kullanıcıların durumuna ilişkin birkaç soru sorarak boşanma, aile içi şiddet, velayet, iş uyuşmazlığı gibi çeşitli konularda kişiselleştirilmiş hukuki bilgi ve yönlendirme sunmaktadır. Hatta belirli dilekçe ve formları (örneğin boşanma davalarında gerekli dilekçe taslağını) otomatik olarak hazırlayıp hem vatandaşa hem de büroya e-posta ile iletebilmektedir. Bu dijital danışman sayesinde dar gelirli veya avukat tutma imkânı kısıtlı kişilerin adalete erişimi kolaylaşmaktadır.

2.2.3.3.3.2 Çin – Yapay Zekâ Hukuk Danışmanı

Çin'de mahkeme ve adliye binalarında halka rehberlik eden YZ tabanlı hukuk danışmanları devreye alınmıştır. Örneğin, 2017 yılında Pekin'de bir mahkeme, lobisinde hizmet veren bir YZ robot danışmanı kullanıma sunulmuştur[713]. Bu robot, vatandaşların basit hukuki sorularını cevaplayıp onlara ilgili hukuki terimleri açıklamakta ve dilekçe hazırlama konusunda yol göstermektedir. Böylece adliyeye gelen vatandaşlar, insan personel bulunmadığında bile temel hukuki danışmanlık hizmetini anında alabilmektedir. Benzer şekilde birçok ülkede geliştirilmekte olan hukuk chatbot'ları, tüketicilerin kira sözleşmeleri, trafik cezaları, sosyal haklar gibi konularda soru-cevap yoluyla bilgi edinmesini sağlayarak kamusal hukuk hizmetlerinin erişilebilirliğini artırmaktadır.

---

[712] Ministry of Law Singapore. (n.d.). *Intelligent Legal Assistance Bot (iLAB)*. https://www.mlaw.gov.sg (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[713] China Daily. (2017, August 25). *AI legal assistant greets litigants in Beijing court*. https://www.chinadaily.com.cn/china/2017-08/25/content_31096719.htm (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

2.2.3.3.4 Hukuki Verilerin Analizi ve Karar Destek Sistemleri

YZ destekli analiz sistemleri, büyük veriyi işleyerek yargı kararlarının daha tutarlı hale gelmesini sağlamaktadır. Geçmişte alınan kararları inceleyen YZ sistemleri, hukuki örnek kararları belirleyerek yargılamalarda şeffaflığı artırmaktadır. Bu sayede, hukuki kararların subjektif etkilerden arındırılması sağlanabilir.

2.2.3.3.4.1 ABD – COMPAS Risk Değerlendirme Sistemi

ABD'de bazı ceza yargısı süreçlerinde, özellikle şartlı tahliye veya kefalet kararlarında, COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions) adlı YZ tabanlı yazılım kullanılmaktadır[714]. COMPAS, sanıkların sabıka kaydı, demografik bilgileri ve geçmiş davranışlarını analiz ederek, sanıkların yeniden suç işleme riskini değerlendiren bir skor üretmektedir. Bu skorlar, yargılamalarda ve tahliye kararlarında referans olarak kullanılmaktadır. Ancak sistem, akademik ve sivil toplum kuruluşlarının incelemeleri sonucunda özellikle ırksal azınlıklara karşı önyargılı olmakla eleştirilmiştir. Bu eleştirilerin ardından ABD mahkemelerinde COMPAS kullanımına yönelik tartışmalar devam etmektedir.

2.2.3.3.4.2 ABD – Lex Machina İçtihat Analiz Sistemi

Lex Machina; ABD'de ticaret hukuku, patent, sigorta ve finansal uyuşmazlıklar gibi alanlarda kullanılan gelişmiş bir içtihat analiz yazılımıdır[715]. Lex Machina, federal ve eyalet mahkemelerinin geçmiş kararlarını YZ teknikleriyle analiz ederek dava süreçlerinin tarafları, avukatları, yargıçları ve dava sonuçları üzerine öngörüsel raporlar sunmaktadır. Yargıçların geçmiş karar eğilimlerini, davaların ortalama sürelerini ve olası sonuçlarını istatistiksel olarak ortaya koyan bu sistem, avukatlara dava stratejilerini belirleme konusunda destek olmaktadır.

2.2.3.3.4.3 Kanada – Blue J Hukuk Öngörü Sistemi

Kanada'da geliştirilen Blue J Legal, özellikle vergi hukuku ve iş hukuku gibi karmaşık alanlarda karar destek sistemi olarak kullanılan bir YZ platformudur[716]. Bu sistem, kullanıcı tarafından girilen olaylar ve koşullar doğrultusunda benzer davalara ilişkin geçmiş mahkeme kararlarını analiz eder ve olasılıklı bir karar tahmini sunar. Blue J Legal, doğal dil işleme ve

[714] Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L., & Angwin, J. (2016). *How we analyzed the COMPAS recidivism algorithm*. ProPublica. https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[715] LexisNexis. (n.d.). *Lex Machina Legal Analytics*. https://lexmachina.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[716] Blue J Legal. (2023). *White paper on predictive analytics in legal decision-making*. https://www.bluejlegal.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

makine öğrenmesi teknikleri ile çalışarak emsal kararların yüzdesel benzerliklerini sunar ve yasal görüşlerin karşılaştırmalı analizini yapabilir. Böylece avukatlar ve karar vericiler, müvekkilleri için yasal riskleri daha iyi değerlendirebilmektedir. Platform, Kanada Federal Mahkemesi kararları dahil olmak üzere binlerce karar metnini tarayarak hukukçulara istatistiksel olarak desteklenmiş öngörüler sunmakta, bu da özellikle dava açmadan önceki değerlendirme süreçlerini daha verimli hale getirmektedir.

2.2.3.3.4.4 Avrupa – İçtihat Analizinde Öngörücü Modeller

Akademik çalışmalar, YZ'nin mahkeme kararlarını öngörme potansiyelini ortaya koymaktadır. Örneğin, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi (AİHM) kararları üzerine yapılan bir araştırmada, bir makine öğrenmesi modeli AİHM'nin dava sonucunu %79 doğruluk oranıyla tahmin etmeyi başarmıştır[717]. Londra Üniversitesi tarafından yürütülen bu çalışma, YZ modelinin davaların metinlerini ve koşullarını analiz ederek mahkemenin ihlal bulup bulmayacağına dair isabetli öngörülerde bulunabildiğini göstermektedir. Bu tür öngörücü analiz uygulamaları, gelecekte yargıç ve avukatlar için hangi davaların kazanılma olasılığının yüksek olduğu veya belirli bir vakada hangi emsal kararların kritik olduğu konusunda karar destek aracı olarak kullanılabilir. Nitekim birçok ülkede ticari firmalar da içtihat verilerini analiz edip davaların muhtemel sonucunu istatistiksel olarak öngören yazılımlar geliştirmiş durumdadır.

2.2.3.3.4.5 Hindistan – SUPACE Karar Destek Platformu

Hindistan Yüksek Mahkemesi, yargıçlara hukuki araştırmalarda yardımcı olmak amacıyla SUPACE (Supreme Court Portal for Assistance in Court Efficiency) adlı bir YZ destekli portal geliştirmektedir[718]. Bu sistem, dava dosyalarındaki olay ve iddiaları anlamlandırarak ilgili içtihat ve emsal kararları akıllı arama ile tespit etmeyi hedeflemektedir. Henüz deneysel aşamada olan SUPACE, hâkimlerin binlerce sayfalık dilekçe ve deliller içinde kaybolmadan, doğrudan önemli noktaları ve benzer önceki kararları görmelerine olanak tanımaktadır. Böylece yargıçlar karar verirken daha kapsamlı bilgiye kısa sürede erişebilecek, bu da hem karar kalitesini hem de hızını artıracaktır.

---

[717] Aletras, N., Tsarapatsanis, D., Preoţiuc-Pietro, D., & Lampos, V. (2016). *Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: A Natural Language Processing perspective*. *PeerJ Computer Science, 2*, e93. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.93 (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[718] Supreme Court of India. (2021, April). *SUPACE: Portal supporting efficiency in court processes*

2.2.3.3.5 E-Adalet Sistemleri ve Dijital Dönüşüm

Dijital adalet sistemleri, YZ entegrasyonu ile daha etkin hale gelmektedir. Elektronik duruşma (e-duruşma) uygulamaları, hukuki işlemlerin fiziksel ortamdan dijital ortama taşınmasını sağlayarak zaman ve maliyet tasarrufu sunmaktadır.

2.2.3.3.5.1 Çin – İnternet Mahkemeleri ve "Akıllı Mahkeme"

Çin, yargıda dijital dönüşümün en ileri örneklerinden birini İnternet Mahkemeleri ile sergilemektedir. 2017 yılından bu yana Hangzhou, Pekin ve Guangzhou'da kurulan internet mahkemeleri, dava başvurusundan duruşmaya kadar tüm süreci çevrimiçi olarak yürütmektedir[719]. Bu mahkemelerde YZ destekli sanal yargıçlar dahi kullanılmakta, tarafların fiziksel olarak mahkemeye gelmesine gerek kalmadan dijital duruşmalar yapılmaktadır. İnternet mahkemeleri özellikle e-ticaret, telif hakları ve internet kaynaklı uyuşmazlıklara bakmaktadır. Pekin İnternet Mahkemesinde bir davanın ortalama süresi yalnızca 40 gün olup, duruşmalar genellikle 30–40 dakika sürmektedir. Kararlar elektronik ortamda taraflara iletilmekte ve alınan hükümlerin %98'i temyize götürülmeden kabul edilmektedir. Ayrıca Çin'in akıllı mahkeme sisteminde blokzincir tabanlı e-delil depolama ve YZ ile hazırlanan karar taslaklarının hâkimlerce onaylanması gibi yenilikler de mevcuttur. Bu dijital adalet hamlesi, milyonlarca dava yükünün daha etkin yönetilmesini ve coğrafi engellerin aşılmasını sağlayarak adalete hızlı erişim imkânı sunmaktadır. Eleştirmenler, "etkinliği abartma potansiyeli", "aşırı güven", "bireysel vakalardaki benzersiz faktörleri kaçırma" riski ve önyargılı eğitim verilerinden kaynaklanan "mühendislik eşitsizliği" gibi endişeleri belirtti. Endişeler arasında geleneksel sistem önyargılarını yansıtan tarihsel hukuki verilerden kaynaklanan YZ önyargısı, YZ güdümlü kararlarda hesap verebilirlik eksikliği ve makine tarafından üretilen sonuçlara aşırı güven yer alıyor[720].

2.2.3.3.6 Suç Önleme ve Hukuki Denetimde Yapay Zekâ Kullanımı

YZ, kamu güvenliği ve suç önleme alanında da etkin bir rol oynamaktadır. Veri analitiği ve makine öğrenmesi teknikleri, potansiyel suç eğilimlerini tahmin ederek kamu güvenliğini artırabilir. Aynı zamanda, hukuki denetim mekanizmalarında YZ kullanımı, suistimal ve yolsuzlukların tespit edilmesini kolaylaştırabilir.

---

[719] Supreme People's Court of China. (2019, August). *White paper on smart courts construction*. http://www.court.gov.cn/zixun-xiangqing-208821.html (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[720] National Center for Biotechnology Information. (2022). *"Akıllı Adalet": Çin'in hukuki yapay zeka dönüşümünde insan merkezli değerlendirmeler* ("Intelligent Justice": human-centered considerations in China's legal AI transformation). PMC. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9396564/ (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

2.2.3.3.6.1 İngiltere – HART Risk Analizi (Durham)

Birleşik Krallık'ta Durham Polis Teşkilatı, gözaltına alınan şahısların ileride suç işleme riskini değerlendirmek için Harm Assessment Risk Tool (HART) adını verdiği bir YZ uygulamasını test etmiştir[721]. Cambridge Üniversitesi ile iş birliği içinde geliştirilen bu sistem; şüphelilerin yaş, cinsiyet, sabıka geçmişi ve hatta posta kodu (bölgesel sosyo-ekonomik veri) dahil 34 farklı değişkeni analiz ederek ilgili kişinin iki yıl içinde yeniden suç işleme olasılığını "düşük", "orta" veya "yüksek" riskli olarak sınıflandırmaktadır. HART çıktıları, gözaltındaki kişinin mahkemeye çıkarılmadan serbest bırakılıp bırakılmaması veya bir rehabilitasyon programına yönlendirilip yönlendirilmemesi konusunda polislere karar desteği sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Örneğin, sistem ciddi bir suç işleme potansiyeli yüksek birini tespit ederse, bu kişi hakkında ek önlemler alınması önerilmekte; düşük riskli görülenler ise "Checkpoint" adlı rehabilitasyon programına yönlendirilebilmektedir. 2016–2017 yıllarında pilot uygulaması yapılan HART, gerçek verilerle yapılan testlerde önemli ölçüde isabetli tahminler verse de, özellikle sosyo-ekonomik veri kullanımı nedeniyle önyargı tartışmalarına yol açmıştır. Buna rağmen, polislikte YZ kullanımı alanında HART projesi, suç riskinin bilimsel analizine dayalı proaktif denetim yaklaşımlarına örnek gösterilmektedir. 2016-2021 yılları arasında HART tarafından 12.000'den fazla kişi profillendi ve önyargılı kararlara yol açabilecek Experian'dan alınan potansiyel olarak ayrımcı posta kodu verileri kullanıldı. Sistem, yanlış negatifleri önlemek için riski abartacak şekilde tasarlanmıştı, polis ve algoritma arasında genel olarak sadece %56 uyum vardı ve algoritma birini yüksek riskli olarak etiketlediğinde sadece %10 uyum sağlandı[722].

2.2.3.3.6.2 Brezilya – "Alice" Yolsuzluk Tespit Botu

Suç önlemenin bir diğer boyutu da kamuda yolsuzluk ve dolandırıcılığın tespitidir. Brezilya'da Federal Denetim Kurumu (Denetim Sayıştayı benzeri) 2015 yılında "Alice" adında bir YZ aracı geliştirerek kamu ihalelerindeki yolsuzluk belirtilerini yakından izlemeye başlamıştır[723]. Alice sistemi, ihale ilanları, şirket teklifleri ve sözleşme verileri gibi büyük ölçekli verileri tarayıp şüpheli kalıpları ve anormallikleri tespit etmek üzere tasarlanmıştır.

---

[721] Oswald, M., Grace, J., Urwin, S., & Barnes, G. (2018). *Risk assessment algorithms in criminal justice*. The Royal Society. https://royalsociety.org (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[722] Fair Trials. (2022). *Bilgi Edinme Başvurusu, Durham Polisinin Kusurlu Tahmine Dayalı Yapay Zeka Aracı Tarafından Profillenen 12.000'den Fazla Kişiyi Ortaya Çıkardı* (FOI reveals over 12,000 people profiled by flawed Durham police predictive AI tool). https://www.fairtrials.org/articles/news/foi-reveals-over-12000-people-profiled-by-flawed-durham-police-predictive-ai-tool/ (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[723] Tribunal de Contas da União (TCU). (n.d.). *Uso da IA na fiscalização de despesas públicas*. https://portal.tcu.gov.br (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

Makine öğrenmesi ve metin madenciliği tekniklerini birleştiren bu bot, örneğin farklı ihalelerde hep aynı firmaların sırayla en düşük teklifi vermesi (danışıklı teklif belirtisi) veya bir şirketin kapasitesinin çok üzerinde sayıda kamu ihalesi kazanması gibi durumları otomatik olarak raporlamaktadır. Brezilya'da Alice ve benzeri araçlar sayesinde yüz milyonlarca sayfalık ihale dokümanı insan gözüyle incelenmeden YZ ile analiz edilerek pek çok usulsüzlük vakası ortaya çıkarılmıştır. Bu projenin başarısı üzerine Brezilya'da başka kurumlar da rüşvet, zimmet, sahte faturalar gibi yolsuzluk türlerini algılayacak YZ programları geliştirmeye başlamıştır. Sonuç olarak, YZ yalnızca suç olduktan sonra değil, önleyici denetim mekanizmalarında da kullanılarak kamu kaynaklarının korunmasına katkı sunmaktadır.

2.2.3.3.7 Avukatlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ Kullanımı

YZ teknolojilerinin avukatlık hizmetlerine sağladığı kazanımlar, hukuk pratiğinde önemli verimlilik artışlarına yol açacaktır. YZ tabanlı sistemler, avukatların dava yönetimini hızlandırarak, belge incelemesi, hukuki araştırma ve strateji geliştirme süreçlerinde zaman tasarrufu sağlayacaktır. Ayrıca YZ, büyük veri analizini hızla gerçekleştirerek geçmiş yargı kararlarına dayalı öngörüler sunmakta, avukatların daha tutarlı ve sağlam argümanlar geliştirmelerini desteklemektedir. Hukuki belgelerin otomatik taranması ve sınıflandırılması, manuel hataların azaltılmasına yardımcı olacakken, müvekkil iletişimi de dijital asistanlar ve sohbet robotları sayesinde hızlanacaktır. YZ, aynı zamanda sözleşme inceleme ve hazırlama süreçlerini daha verimli hale getirmeye yardımcı olmakta, avukatların hukuki sorumluluklarını etik kurallara uygun şekilde yerine getirmelerini sağlamaktadır.

2.2.3.3.7.1 Uluslararası Hukuk Büroları – Harvey (Generative AI)

2023 yılında büyük hukuk büroları, OpenAI şirketinin GPT modelini temel alan Harvey gibi YZ platformlarını avukatlık iş akışlarına entegre etmeye başlamıştır. Örneğin Londra merkezli küresel hukuk firması Allen & Overy, 3.500'den fazla avukatının Harvey AI platformunu test ederek hukuki araştırma ve belge hazırlama süreçlerinde kullandığını duyurmuştur[724]. Harvey, doğal dilde talimatlarla çalışarak belirli bir sözleşme taslağını oluşturabilmekte, uzun bir davaya ilişkin emsal karar özetlerini çıkartabilmekte veya bir hukuki soruya dair kapsamlı bir memorandum taslağı hazırlayabilmektedir. Allen & Overy yöneticileri, bu aracın avukatların haftada birkaç saat kazanmalarını sağladığını ve rekabetçi

[724] Allen & Overy. (2023). *Global Legal Tech Usage Report*. https://www.allenovery.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

kalmak için bu tür generative AI araçlarını benimsemenin kaçınılmaz olduğunu belirtmektedir. Harvey'in başarısı, başka büyük hukuk firmalarını da benzer YZ destekli doküman hazırlama çözümlerine yöneltmiş ve avukatlık hizmetlerinde verimlilik artışı sağlamıştır.

2.2.3.3.7.2 Banka Hukuk Birimi – JPMorgan "COIN"

Dünyanın en büyük bankalarından JPMorgan Chase, kendi hukuk departmanının iş yükünü azaltmak için COIN (Contract Intelligence) adını verdiği bir makine öğrenmesi yazılımı geliştirmiştir[725]. COIN, bankanın her yıl yaptığı binlerce karmaşık kredi sözleşmesini birkaç saniye içinde inceleyip kritik maddeleri ve verileri çıkararak bu alanda avukatların harcadığı 360.000 saatlik emeği ortadan kaldırmıştır. Geleneksel olarak genç avukatların satır satır okumak zorunda olduğu kredi sözleşmeleri ve teminat evrakları, COIN sayesinde otomatik taranmakta, riskli hükümler veya hatalar anında tespit edilmektedir. Bu sadece zaman tasarrufu sağlamakla kalmamış, aynı zamanda insan hatalarını azaltmış ve sözleşme incelemelerinde tutarlılığı artırmıştır. JPMorgan yöneticileri, COIN'in ilk uygulama alanı olan kredi anlaşmaları dışında, benzer YZ araçlarını diğer hukuki doküman türlerinde (örneğin türev ürün sözleşmeleri, mevzuata uyum belgeleri) de devreye alarak iş süreçlerini hızlandırdıklarını belirtmektedir.

2.2.3.3.7.3 ABD / İngiltere – DoNotPay "Robot Avukat"

ABD ve İngiltere'de Joshua Browder tarafından geliştirilen DoNotPay adlı ücretsiz chatbot, halka basit hukuki konularda destek vererek erişilebilirliği artırmıştır[726]. Özellikle otopark cezalarına itiraz dilekçelerini otomatik hazırlayan bu YZ, Londra ve New York'ta 100 binden fazla park cezasının başarıyla iptal edilmesine yardımcı olmuştur. DoNotPay, kullanıcıların sorularını doğal dilde anlayıp onlara uygun yasal dilekçe şablonları sunarak "avukatlık hizmetlerini demokratikleştiren" bir örnek olarak anılmaktadır. Bu sayede avukat tutacak maddi gücü olmayan pek çok kişi, haklarını aramak için gereken dilekçeleri kolayca hazırlayabilmekte ve bürokratik engelleri aşabilmektedir. Federal Ticaret Komisyonu, 2025 yılında DoNotPay'e karşı harekete geçerek, şirketin 193.000 dolar ödemesini ve YZ sohbet robotunun insan avukatların yerini alabilme yeteneği hakkında yanıltıcı iddialarda bulunmayı durdurmasını istemiştir. DoNotPay'e karşı izinsiz hukuk uygulaması nedeniyle birden fazla

[725] JPMorgan Chase. (2017). *Annual Technology Innovation Brief*. https://www.jpmorganchase.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)
[726] Browder, J. (2016). *DoNotPay: The world's first robot lawyer*. https://www.donotpay.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

toplu dava açılmış, davacılar hizmetlerin "standart altı ve kötü yapılmış" olduğunu iddia etmiştir[727].

2.2.3.3.8 Yapay Zekânın Hukukta Çoğalan Kullanım Alanları

İncelediğimiz altı ana başlık dışında, YZ teknolojilerinin hukuk alanındaki uygulanabilirliği yalnızca mahkemelerle sınırlı kalmamakta; örneğin alternatif uyuşmazlık çözümü için Kanada tarafından Smartsettle ONE geliştirilmiştir.

2.2.3.3.8.1 Kanada – Smartsettle ONE Arabuluculuk Platformu

Smartsettle ONE, Kanada merkezli bir YZ tabanlı alternatif uyuşmazlık çözüm (ADR) platformudur[728]. Sistem, taraflar arasındaki anlaşmazlıkları dijital ortamda çözmek üzere tasarlanmış ve çok taraflı müzakere tekniklerini YZ ile birleştirmektedir. Kullanıcılar tekliflerini sisteme gizli şekilde girer, sistem ise bu teklifleri analiz ederek taraflar arasında optimal çözüme ulaşacak uzlaşı noktalarını önerir. Müzakere süreci boyunca taraflara zaman kazandıran bu sistem, aynı zamanda tarafsızlık ilkesine uygun şekilde en adil çözümü aramaktadır. Aile hukuku, işçi-işveren uyuşmazlıkları, küçük alacaklar gibi alanlarda uygulanmakta olan Smartsettle ONE, geleneksel arabuluculuğun yerini almadan, onu dijitalleştirerek hız ve maliyet avantajı sunmaktadır.

2.2.3.3.9 Türkiye Adalet Sisteminde Yapay Zekâ

Türkiye adalet sistemi, mahkemeler, savcılıklar, icra daireleri ve diğer hukuk hizmetlerinde YZ uygulamalarını aktif olarak hayata geçirmektedir. Bu rapor, Adalet Bakanlığı ve Yargıtay tarafından geliştirilen ve uygulanan YZ çözümlerini kapsamlı şekilde sunmaktadır. Ulusal Yargı Ağı Projesi (UYAP) altyapısı üzerine inşa edilen bu teknolojik yenilikler, yargı süreçlerinin hızlanmasına, kaynakların verimli kullanılmasına ve adalete erişimin kolaylaşmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

2.2.3.3.9.1 Adalet Bakanlığı Yapay Zekâ Projeleri

Türkiye Adalet Bakanlığı, Ulusal Yargı Ağı Projesi (UYAP) ile ulusal yargı bilişim sistemini etkin şekilde yönetmektedir[729]. UYAP sayesinde tüm mahkeme kararları, dava

[727] Federal Ticaret Komisyonu. (2025). *FTC, DoNotPay ile Yanıltıcı 'Yapay Zeka Avukat' İddialarını Yasaklayan Kararı Kesinleştirdi* (FTC Finalizes Order with DoNotPay That Prohibits Deceptive 'AI Lawyer' Claims). https://www.ftc.gov/legal-library/browse/cases-proceedings/donotpay (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[728] Smartsettle. (n.d.). *AI in online mediation: Smartsettle ONE platform*. https://www.smartsettle.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[729] Adalet Bakanlığı, 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

dosyaları ve evraklar dijital ortama taşınmıştır. Vatandaşlar ve avukatlar için çevrimiçi portal hizmeti sunularak dava açma, dilekçe verme, dosya görüntüleme gibi işlemler e-Devlet üzerinden yapılabilir hale gelmiştir.

2024 yılı itibariyle UYAP, 56 farklı kurumla entegre çalışmakta ve günde ortalama 900 bin kullanıcıya hizmet vermektedir. Vatandaş Portalının kullanıcı sayısı 20 milyona ulaşmış durumdadır. Adalet Bakanlığı, tamamen yerli mühendislerle geliştirilen YZ uygulamaları ile yargı süreçlerinin kısalmasını ve adalete erişimin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Türkiye'nin UYAP deneyimi, e-adalet dönüşümünün kapsamlı bir örneği olarak dünyada da ilgi görmektedir.

2.2.3.3.9.1.1 Yapay Zekâ ile Evrak Sınıflandırma

Bu sistem, UYAP'a yüklenen hukuki evrakların doğru aktarılmasını sağlamak ve iş yükünü azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Evrakların içeriğini otomatik olarak tespit ederek, dosya evraklarını türlerine göre sınıflandırmakta ve kullanıcıya evrak türü hakkında öneride bulunmaktadır. İcra ve ceza süreçleri gibi farklı alanlara özel YZ modelleri kullanılarak mahkemelerde ve bakanlık birimlerinde başarıyla uygulanmaktadır.

Sistem günlük ortalama 40.000 evrakı sınıflandırarak büyük ölçüde zaman ve maliyet tasarrufu sağlamakta, süreçleri hızlandırmakta ve hata oranını düşürmektedir. Evrakların doğru sınıflandırılması, dosyaların işlem süresini kısaltarak yargı hizmetlerinin etkinliğini artırmaktadır.

2.2.3.3.9.1.2 CBS Örgüt Tahmin Sistemi (Terör)

Savcılık dosyalarında terör örgütleriyle bağlantılı verileri otomatik tanımlayan bu YZ çözümü, adli istatistik verilerinin ve FATF gibi denetçi kuruluşların talep ettiği raporların doğruluğunu sağlamaktadır. Cumhuriyet Başsavcılığı dosyalarında örgüt veri girişi ekranında insan kaynaklı hataları ve eksik veri girişini engelleyerek istatistiki verilerin güvenilirliğini artırmaktadır.

Proje sayesinde dosyalardaki insan kaynaklı hatalar önlenmekte, eksik veri girişleri engellenmekte ve üretilen raporların güvenilirliği yükseltilmektedir. Bu da terörle mücadele kapsamında daha etkin stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

2.2.3.3.9.1.3 Yüklenen Görüntülerden Argo ve Nesne Tespiti Projesi

E-Satış Portalı üzerindeki satışları hazırlayan birimler için geliştirilen bu proje, resimlerdeki sakıncalı öğelerin sisteme eklenmesini önlemektedir. YZ teknolojisi kullanılarak, satış ilanlarındaki görüntülerde farklı nesne türleri tespit edilmekte, istenmeyen objeler ve

ifadeler belirlenerek kullanıcılar uyarılmaktadır.

Bu sistem sayesinde satışı hazırlayan birimlerin görsel içeriklerle ilgili yaşadığı sorunlar azalmış, insan onurunu kırıcı öğelerin sisteme eklenmesi engellenmiş, vatandaşların hak kayıplarının önüne geçilmiş ve devlet kurumlarına olan güven artırılmıştır.

2.2.3.3.9.1.4 E-Tebligat Otomasyonu

Tebligat mazbatalarını otomatik olarak tanıyıp dosya bilgilerini güncelleyen bu sistem, PTT'den gelen tebligat mazbatalarının ilgili dosyalara toplu ve otomatik olarak kaydedilmesini sağlamaktadır. YZ ve görüntü işleme teknolojileriyle çalışan sistem, tebligat evraklarını analiz etmekte, ilgili alanları tespit etmekte, verileri çıkarmakta ve UYAP sistemine otomatik olarak aktarmaktadır.

E-Tebligat Otomasyonu, yargı personelinin iş yükünü önemli ölçüde azaltmış, süreçleri hızlandırmış ve hata oranlarını düşürmüştür. Tebligat işlemlerinin hızlanması davaların daha kısa sürede sonuçlanmasına katkı sağlamaktadır.

2.2.3.3.9.2 Yargıtay Yapay Zekâ Uygulamaları

Yargıtay, Türk yargı sisteminin emsal kararlarını bir araya toplayan ve kullanıcıların erişimine sunan Yargıtay İçtihat Merkezi (YİM) projesini 2023 yılında hayata geçirmiştir[730]. Bu sistem, Yargıtay kararlarının YZ desteğiyle anlamlandırılarak ilgililere sunulmasını hedefleyen bir içtihat bankasıdır. YİM, 13 Aralık 2023 tarihinde tüm kullanıcılara açılmış olup e-Devlet üzerinden ücretsiz erişilebilmektedir.

Sistemde yalnızca Yargıtay'ın güncel, emsal ve yol gösterici nitelikteki kararları yayınlanmakta; böylece ülke genelinde mahkemeler arası uygulama birliğinin güçlendirilmesi amaçlanmaktadır.

YZ entegrasyonu, YİM'i klasik arama motorlarından ayıran temel unsurdur:

- Kullanıcılar anahtar kelime ile arama yaptıklarında, sistem anlamsal analiz yaparak sorgularıyla ilişkili olabilecek diğer karar önerilerini de sunmaktadır.
- Örneğin, bir ceza hukuku kavramıyla arama yapıldığında yalnızca o kelimeyi içeren kararlar değil, konuyla ilgili benzer içtihatlar da YZ tarafından listelenmektedir.
- Kullanıcılar arama kriterlerini kaydedip yeni emsal kararlar eklendiğinde e-posta ile bildirim alabilmektedir.
- Karar listelerinde, metne girmeden fare imleciyle gezilerek karar özetleri

[730] Yargıtay İçtihat Merkezi https://www.yargitay.gov.tr/item/1764/yargitay-ictihat-merkezi (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

okunabilmekte, kararların emsal değerine göre otomatik belirlenmiş önem dereceleri görüntülenebilmektedir.

Bu özellikler sayesinde, hacimli içtihat havuzu içinde ilgili kararları hızlıca tespit etmek kolaylaşmaktadır. YİM aynı zamanda kararları özetleyen ve benzer kararların önemini puanlayan algoritmalar barındırmaktadır. Yüksek mahkemenin her kararı sisteme alınmamaktadır; yalnızca seçilmiş önemli kararlar yüklenmekte, bu sayede kullanıcılar aradıkları konuda yol gösterici nitelikte en uygun Yargıtay kararlarına hızla ulaşabilmektedir.

2.2.3.3.10 Türkiye'de Adalet Sistemine Yönelik Akademik Yapay Zekâ Projeleri

2.2.3.3.10.1 Türkiye Adalet Akademisi – Yapay Zekâ Destekli Dijital Dönüşüm Projesi

Türkiye Adalet Akademisi (TAA), TÜBİTAK iş birliğiyle "Yapay Zekâ Destekli Dijital Dönüşüm Projesi" adlı bir girişim başlatmıştır[731]. Proje ile Adalet Akademisi'nin çevrimiçi hukuk eğitim platformuna YZ tabanlı akıllı eğitim teknolojileri entegre edilmektedir. Projenin amacı, hukuk eğitimi içeriklerinin kişiselleştirilmiş e-öğrenme formatında sunulması ve hem yargı mensuplarının hem de vatandaşların doğru hukuki bilgiye hızla erişebilmesidir. Doğal dil işleme ile geliştirilen bir sohbet botu bu sistemin merkezinde yer almakta olup proje hâlen geliştirme aşamasındadır.

2.2.3.3.10.2 Sakarya Üniversitesi – Hak İhlali Karar Tahmin Motoru (HAKTAM) Projesi

Sakarya Üniversitesi tarafından TÜBİTAK 3005 desteğiyle yürütülen HAKTAM projesi, bireylerin AYM'ye yapacakları başvurularda karar tahmini yapılabilmesini amaçlamaktadır.[732] Mahkeme kararları doğal dil işleme ve makine öğrenmesi teknikleriyle analiz edilmiştir. Proje tamamlanmış ve elde edilen sonuçlar raporlanmıştır. Kullanım alanı bireysel başvuru süreçleridir.

2.2.3.3.10.3 Bilkent Üniversitesi – Hukuk Metinlerinde Yapay Zekâ ile Karar Tahmini Projesi

Bilkent Üniversitesi'nde yürütülen ve TÜBİTAK 1001 programı tarafından desteklenen bu projede, mahkeme kararlarının temyiz sonucunu tahmin eden derin öğrenme

[731] Türkiye Adalet Akademisi. (2023). *Eğitim programlarının yapay zekâ destekli dijital dönüşümü projesi*. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/1776/taa_yapayzeka.pdf (Erişim Tarihi: 25.07.2025)
[732] Sakarya Üniversitesi Yapay Zekâ Uygulama ve Araştırma Merkezi. (2023). *HAKTAM Projesi*. https://yza.sakarya.edu.tr (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

modelleri (LSTM, GRU) geliştirilmiştir.[733] En başarılı model %96,8 doğruluk oranına ulaşmıştır. Proje tamamlanmış, sonuçlar akademik yayınlarla kamuoyuna duyurulmuştur.

2.2.3.3.11 Türkiye'de Özel Sektör Tarafından Geliştirilen Hukuk ile İlgili Yapay Zekâ Projeleri

2.2.3.3.11.1 Leagle – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu

Leagle, 2024 yılında Koç Üniversitesi mezunu girişimciler tarafından kurulan yerli bir hukuk teknolojisi girişimidir[734]. Platform avukatlar, hukuk departmanları ve kurumlar için doküman analizi yapma; sözleşme taslağı oluşturma; mevzuat ve içtihat araştırmalarını hızlandırmayı amaçlamaktadır.

Doğal dil işleme (NLP) ve yapay zekâ algoritmaları kullanan Leagle, özellikle Türk hukuk metinleri üzerinde eğitilmiş derin öğrenme modelleri sayesinde hukuki belgelerde yüksek doğrulukla arama, akıllı özetleme ve risk analizleri yapabilmektedir. Platform; avukatların yüklediği sözleşme ve dilekçeleri analiz ederek eksik ve riskli kısımları tespit etme, 500'e kadar belgeyi aynı anda özetleme gibi gelişmiş özellikler sunmaktadır.

Mevcut Durum:

Leagle, KWORKS 2024 hızlandırma programını tamamlamış ve Londra merkezli Hive Founders hızlandırıcısına kabul edilmiştir. İzmir ve Gaziantep Baroları ile anlaşmalar yapmış, büyük hukuk büroları ve kurumsal şirketlerle PoC (proof of concept) projeleri yürütmeye başlamıştır. Hukuk büroları ve bağımsız avukatlar tarafından aktif olarak kullanılmakta olup Basic, Pro ve Enterprise adıyla farklı abonelik paketleri sunulmaktadır.

2.2.3.3.11.2 Son Karar – Yapay Zekâ Destekli İçtihat Arama Motoru

Son Karar, Son Karar Bilişim Teknolojileri Tic. Ltd. Şti. tarafından geliştirilen yapay zekâ destekli bir hukuk arama platformudur[735]. Platform; kullanıcılara içtihat arama, dava dilekçesi oluşturma ve benzeri işlemleri hızlı ve etkili şekilde sunarak hukuki bilgiye yeni bir bakış açısı getirmeyi hedefler.

Özellikleri:

- Doğal dil işleme teknikleriyle kullanıcının arama sorgularını anlamsal olarak işler.
- Türkiye'deki Yargıtay, Danıştay ve Bölge Adliye Mahkemesi kararları gibi çoklu

[733] UMRAM Bilkent. (2023). *Hukuk metinlerinde yapay zekâ uygulamaları projesi*. TÜBİTAK. (2023). *Proje No: 120E346*. http://umram.bilkent.edu.tr/projects/ai-law, (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[734] Leagle. (2024, Şubat 28). *Yapay zekâ ile hukukçuların işini kolaylaştıran girişim Leagle, Hive Founders'a seçildi*. Webrazzi. https://webrazzi.com/2024/02/28/leagle-hive-founders-kworks/ (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[735] Son Karar. (2024). *Sonkarar.com resmi web sitesi*. https://sonkarar.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

veri kaynaklarında arama imkânı sağlar.

- Arama geçmişine dayalı öneri mekanizmaları, otomatik yazım denetimi, kullanıcı dostu görsel arayüz gibi özellikler sunar.

Mevcut Durum: Son Karar platformu 2025 yılı itibarıyla çevrimiçi hizmet vermekte olup yeni özelliklerle geliştirilmektedir. Öne çıkan bir uygulama olarak, YZ destekli hukukî asistan servisi WhatsApp uygulaması üzerinden kullanıma sunulmuştur. Bu sayede kullanıcılar WhatsApp üzerinden 7/24 içtihat araması yapabilmekte, dilekçe ve sözleşme taslaklarını YZ'ye hazırlatabilmektedir.

2.2.3.3.11.3 LEXPERA – LEXI Yapay Zekâ Asistanı

LEXPERA platformu, Türkiye'nin önde gelen dijital hukuk bilgi sistemi olarak faaliyet göstermekte olup, 2024 yılında LEXI adlı YZ asistanını beta sürüm olarak kullanıcıların hizmetine sunmuştur[736].

LEXI, kullanıcıların doğal dilde sorduğu hukuki soruları anlayarak, Lexpera veritabanında tarama yapmakta ve kaynak göstererek yanıtlar üretmektedir. Bu YZ asistanı, milyonlarca sayfalık mevzuat, içtihat ve literatür içeriği ile desteklenmektedir.

Kullanılan Teknoloji: LEXI, gelişmiş bir büyük dil modeli (LLM) altyapısını Lexpera'nın içerikleriyle birleştirmektedir. Lexpera, dış kaynaklı YZ servis sağlayıcılarıyla entegrasyon sağlamaktadır.

Özellikleri:

- Doğal dilde soru-cevap etkileşimi
- Anında referans gösterimi
- Kullanıcıya hukukçu benzeri yönlendirme sunma

Mevcut Durum: LEXI hâlen beta test sürecindedir ve tüm Lexpera üyelerinin kullanımına açıktır. Beta sürecinde alınan geri bildirimlerle doğruluk ve kapsamı geliştirilmektedir.

2.2.3.3.11.4 HukukChat – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu

HukukChat, EvolveChat Yapay Zekâ Teknolojileri A.Ş. tarafından 2024 yılında geliştirilen ve Türkiye'deki hukuk profesyonelleri için özel olarak tasarlanmış ileri düzey bir

[736] Lexpera. (2024). *LEXI Yapay Zekâ Asistanı Beta Duyurusu*. https://www.lexpera.com.tr (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

hukuk YZ asistanı platformudur[737].

Teknolojik Altyapı: HukukChat'in çekirdeğinde GPT-4 Turbo (OpenAI) altyapısı ile geliştirilen modeller ve GeminiPro teknolojisi bulunmaktadır. Bu sayede platform, kullanıcıların doğal dilde sorduğu karmaşık hukuki sorulara dahi akılcı, bağlamsal ve mevzuata dayalı yanıtlar sunabilmektedir.

Özellikleri:

- 4,5 milyondan fazla içtihat belgesiyle entegre çalışma
- Güncel mevzuat, Yargıtay kararları, düzenleyici kurum kararları, literatür taraması
- YZ ile dilekçe ve sözleşme oluşturma
- Belge analizi (hata ve eksik tespiti)
- Web arama entegrasyonu, çeviri, hazır komutlar

Mevcut Durum: HukukChat, bulut tabanlı bir abonelik servisi olarak sunulmaktadır. Barolar ve hukuk dernekleriyle iş birlikleri kurulmuştur (örneğin, Avukat Hakları Grubu üyelerine özel indirimli erişim). Platform, hukuk büroları tarafından dava ve icra takibi işlerinde entegre olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2.2.3.3.11.5 Tebli – Akıllı E-Tebligat Yönetim Platformu

Tebli, 2024 yılında geliştirilen ve elektronik tebligat süreçlerini otomatikleştirmeyi amaçlayan bir iş yönetim platformudur[738]. Özellikle avukatlar, hukuk büroları ve kurumsal şirketler için tasarlanmıştır.

Temel Amacı: PTT Ulusal Elektronik Tebligat Sistemi (UETS) ile entegre çalışarak elektronik tebligatların zamanında alınmasını ve doğru kişilere yönlendirilmesini sağlamak.

Özellikleri:

- Tebligat alındığında yasal süreleri otomatik hesaplama ve bildirim
- SMS ve e-posta yoluyla anlık uyarı gönderimi
- Takvim entegrasyonu (Google Calendar, Outlook vb.)
- Raporlama ve delil niteliğinde kayıt alma

YZ Katkısı: Platform, her tebligatın içeriğini ve zamanlamasını analiz ederek ilgili kişilere otonom bir iş akışıyla iletmekte ve kullanıcıya özel hatırlatmalar sunmaktadır.

Mevcut Durum: Tebli platformu hâlen pilot ve beta düzeyindedir. Resmî sitesi

[737] EvolveChat Yapay Zekâ Teknolojileri A.Ş. (2024). *HukukChat – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu*. TOBB Akıllı KOBİ. https://akillikobi.org.tr/urun/hukukchat (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

[738] Tebli. (2024). *Tebligat süreçlerini akıllandıran platform: Tebli*. https://tebli.app/blog/ (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

üzerinden erken erişim talebi alınmakta, 2024 yılı içinde seçili hukuk bürolarında denemeler yapılmaktadır.

2.2.3.3.11.6 DavaSonuç – Yargı Karar Tahmin Sistemi

DavaSonuç (davasonuc.com), Türk hukuk sisteminde bir ilki hedefleyen YZ destekli mahkeme karar tahmin platformudur[739]. 2023 yılında özel sektör girişimi olarak pilot çalışmaları başlamıştır. Hukuki uyuşmazlıklarda mahkemenin olası kararını, dava açılmadan önce tahmin etmeyi amaçlamaktadır.

Yöntem:

- Kullanıcı dava dilekçesini ya da olay özetini sisteme yükler
- YZ, benzer geçmiş vakaları analiz ederek; kabul/ret oranı, tazminat ihtimali gibi öngörüler sunar

Teknoloji: Doğal dil işleme teknikleriyle çalışan derin öğrenme ağı kullanılmıştır. Model, geçmiş dava verilerinden örüntü öğrenmektedir.

Mevcut Durum: 2024 yılı itibarıyla sınırlı kullanıcıyla test edilmektedir. Geliştirici ekip doğruluk oranlarını artırmak için Adalet Bakanlığı entegrasyonu ve daha geniş veri seti planlamaktadır.

2.2.3.3.12 Hukukta Yapay Zekâ Projelerinin Başarısı İçin Öneriler

1. Eğitim verilerinin çeşitlilik ve temsiliyet açısından bağımsız denetimden geçirilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

2. Algoritmaların ırksal, sosyoekonomik ve coğrafi önyargılar açısından düzenli test edilmesi için standartlar oluşturulmalıdır.

3. YZ sistemlerinde kullanılan posta kodu, gelir düzeyi gibi potansiyel ayrımcı değişkenlerin etki analizi yapılmalıdır.

4. Önyargı tespit ve düzeltme mekanizmalarının sistem tasarımına entegre edilmesi zorunlu hale getirilmelidir.

5. YZ algoritmalarının karar verme süreçlerinin açıklanabilir ve denetlenebilir olması yasal zorunluluk haline getirilmelidir.

6. Algoritma kararlarına itiraz ve insan denetimine başvuru mekanizmaları kurulmalıdır.

7. YZ sistemlerinin kaynak kodları ve eğitim verileri bağımsız denetim için

[739] DavaSonuç. (2024). *DavaSonuç – Yargı kararlarını önceden tahmin edin*. https://davasonuc.com (Erişim Tarihi: 25.07.2025)

erişilebilir olmalıdır.

8. Karar verme süreçlerinde YZ'nin rolü ve sınırları hakkında kullanıcılar bilgilendirilmelidir.

9. YZ hukuk uygulamaları için özel lisanslama ve sertifikasyon sistemleri oluşturulmalıdır.

10. Büyük ölçekli uygulamadan önce sınırlı pilot testler zorunlu olmalıdır.

11. Pilot sonuçları bağımsız araştırmacılar tarafından değerlendirilmelidir.

12. Başarısız pilot projelerin sonuçları şeffaf şekilde paylaşılmalıdır.

13. Risk değerlendirme protokolleri pilot aşamasında uygulanmalıdır.

14. YZ sistemleri karar verici değil, karar destek aracı olarak konumlandırılmalıdır.

15. Yargı mensuplarına YZ okuryazarlığı eğitimi verilmelidir.

16. İnsan müdahalesinin gerekli olduğu durumlar net olarak tanımlanmalıdır.

17. YZ önerilerini körü körüne takip etmeyi önleyecek kontrol mekanizmaları geliştirilmelidir.

18. Minimum doğruluk eşikleri belirlenmeli ve düzenli olarak test edilmelidir.

19. İnsan kararları ile karşılaştırmalı performans analizleri yapılmalıdır.

20. Yanlış pozitif ve yanlış negatif oranları için kabul edilebilir limitler belirlenmelidir.

21. Performans metriklerinin düzenli olarak kamuoyuna açıklanması zorunlu olmalıdır.

22. Vatandaşların YZ sistemleri hakkında bilgi edinme hakları güvence altına alınmalıdır.

23. YZ sistemlerinin etkilerini izleyen bağımsız gözlem kurulları oluşturulmalıdır.

24. Önyargı ve hata tespiti için sürekli izleme sistemleri kurulmalıdır.

25. Uluslararası en iyi uygulamalardan öğrenme mekanizmaları geliştirilmelidir.

2.2.4 Yaşam Kalitesinin Artırılmasında, Engelli Bireylerin Toplumsal Katılımlarının Güçlendirilmesinde ve Sosyal Refah Artışında Yapay Zekâ Kazanımları

YZ teknolojilerinin sosyal refah alanındaki uygulamalarının, vatandaşların yaşam kalitesini artırma ve toplumsal eşitliği güçlendirme yolunda önemli bir rol oynadığı değerlendirilmektedir. YZ destekli sosyal hizmetler, kamu kurumlarının hizmet sunumunda etkinlik ve erişilebilirlik sağlarken, özel ihtiyaç sahibi grupların toplumsal katılımını güçlendiren çözümler de sunmaktadır. Bu bölümde, sosyal hizmet sunumu, yaşlı ve engelli

bireylere yönelik kişiselleştirilmiş çözümler, zihinsel sağlık desteği ve ekonomik kazanımların sosyal refaha dönüştürülmesi konularında YZ'nin somut katkıları incelenmektedir.

2.2.4.1 Yapay Zekâ Destekli Sosyal Hizmet Sunumu ve Kamusal Refah Sistemleri

YZ teknolojilerinin sosyal hizmet alanında yaygınlaşması, küresel ölçekte vatandaş memnuniyeti ve hizmet kalitesini artırırken, Türkiye'nin bu dönüşümdeki konumu kritik önem taşımaktadır. Türkiye'de e-Devlet kullanıcı sayısı 2024 yılında 66.183.041'e ulaşmış olmasına rağmen sistematik YZ entegrasyonu ile bu rakamın daha da yükseltilebileceği değerlendirilmektedir.[740] Türkiye'deki bu potansiyel, aslında küresel bir eğilimin yansımasıdır. Küresel ölçekte YZ destekli vatandaş hizmetleri pazarının hacminin 2025'te 19.75 milyar dolar değerinde olacağı, takip eden yıllarda yıllık ortalama %42,56 büyüyerek 2034'te 473.25 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir.[741]

Türkiye'nin bu küresel yarıştaki konumunu değerlendirmek için uluslararası örneklere bakmak faydalı olacaktır.

- BM'nin 2024 E-Devlet Araştırması'nda Estonya, 0.9727 puanla Danimarka'nın ardından ikinci sırada yer alarak dijital devlet uygulamalarında yukarı basamaklarda yer almayı sürdürmektedir. Estonya'nın bu noktadaki başarısının temelinde ise özellikle kamu-özel sektör veri tabanlarını entegre eden X-Road veri paylaşım platformundan bahsedilmektedir. Bu merkezi olmayan veri değişim sistemi, farklı kurumlar arasında güvenli ve etkili bilgi akışını sağlayarak, Türkiye'nin hedeflediği sistematik YZ entegrasyonu için önemli bir model teşkil edebilecektir.[742]
- Kanada'nın 2024'te açıkladığı 2.4 milyar dolar YZ yatırımına bakıldığında, Kanada'nın kamu sektörü YZ altyapısına odaklandığı görülmektedir. Bu noktada belirtmek gerekir ki Kanada 80 ülkenin değerlendirmeye alındığı Küresel Yapay Zekâ ve Demokratik Değerler raporunda da Güney Kore ve Japonya ile birinciliği

[740] (Mülga) CBDDO. (2024) *e-Government gateway statistics*. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. 2024. https://cbddo.gov.tr/en/statistics/e-government-statistics. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[741] Statista Market Insights. (2024) Citizen services AI market size projections. *Precedence Research*. https://www.precedenceresearch.com/citizen-services-ai-market. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[742] Estonian Government. (2024) Estonia ranks high in the UN e-government survey. *Invest in Estonia*. https://investinestonia.com/estonia-ranks-high-in-the-un-e-government-survey (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

paylaşmaktadır.[743]

- ABD'deki Takviye Gıda Yardımı Programı (SNAP-Supplemental Nutrition Assistance Program), yani düşük gelirli birey ve ailelere gıda yardımı sağlayan beslenme destek programında kullanılan "Gıda Yardımı Ödeme Bütünlüğü" (Payment Integrity for Food Assistance) modelleri gibi YZ araçları, ödeme hatalarını yüksek doğrulukla tespit ederek hem ajansların iş yükünü önemli ölçüde hafifletmekte hem de işlem sürelerini kısaltmaktadır. Bu sayede, kaynaklar daha doğru alanlara yönlendirilirken, hizmet kalitesi ve vatandaş memnuniyeti de artırılabilmektedir.[744]

Türkiye'de Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı bünyesinde yürütülen sosyal yardım programları, düzenli nakit yardımlarından (yaşlı aylığı 5.390,41 lira/ay, engelli aylığı 4.302,98-6.454,48 lira/ay) konut desteklerine (35.000-500.000 lira) kadar geniş bir yelpazede sunulmaktadır.[745] Bütünleşik Sosyal Yardım Bilgi Sistemi (BSYBS) üzerinden farklı kurumlar arası veri paylaşımı sağlandığı düşünüldüğünde YZ destekli öngörülü analitik ve risk değerlendirme sistemlerinin entegrasyonunun kaynakların etkin dağılımı konusunda önemli bir destek sunabileceği değerlendirilmektedir.

2.2.4.2 Özel Gruplar İçin Kişiselleştirilmiş Yapay Zekâ Çözümleri

2.2.4.2.1 Yaşlı Bakım Alanında Yapay Zekâ Çözümleri

Yaşlı bakım alanında YZ teknolojilerinin etkisi, küresel pazarın 2024'te 47.4 milyar dolar değerinden yıllık ortalama %21,2 artışla 2034'te 322.4 milyar dolara ulaşacağı projeksiyonuyla desteklenmektedir.[746] ABD'de uygulanan ElliQ Proaktif Bakım Arkadaşı (ElliQ Proactive Care Companion) girişiminde, 800'ün üzerinde yaşlı katılımcıyla gerçekleştirilen pilot çalışma sonucunda, YZ destekli arkadaş robotu ElliQ, yaşlı katılımcıların %95'inin kendini daha az yalnız hissetmesini sağlamış; günlük ortalama 30'dan fazla etkileşim ile sosyal izolasyon sorununu da önemli ölçüde azaltmıştır.[747]

---

[743] Government of Canada. (2024) Securing Canada's AI advantage. *Prime Minister of Canada*. https://www.pm.gc.ca/en/news/news-releases/2024/04/07/securing-canadas-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[744] Romero, S. (2024) *AI to the rescue: How SAS is fixing food stamp errors and helping families in need*. Subconscious Musings. SAS. Aralık. https://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2024/12/10/ai-to-the-rescue-how-sas-is-fixing-food-stamp-errors-and-helping-families-in-need/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[745] Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. *Sosyal yardım programlarımız*. 2024. https://www.aile.gov.tr/sygm/programlarimiz/sosyal-yardim-programlarimiz/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[746] AI in Aging Care Market Report. (2024) AI in aging and elderly care market upcoming trends analysis. *Insight Ace Analytic*. https://www.insightaceanalytic.com/report/ai-in-aging-and-elderly-care-market/2696. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[747] New York State Office for the Aging. (2024) *ElliQ proactive care companion initiative*. Intuition Robotics. https://aging.ny.gov/elliq-proactive-care-companion-initiative. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Türkiye'de son yıllarda yaşanan demografik dönüşüm, acil müdahale gerektiren bir sosyal refah zorluğu yaratmaktadır. Yaşlı nüfus oranı 2019'da %9,1'den 2024'te %10.2'ye yükselmiştir. Bu oranın 2040 ve 2060 yıllarında sırasıyla %17,9 ve %27'ye yükselmesi beklenmektedir.[748] Bu doğrultuda, yaşlıların artan ihtiyaçlarını karşılamak için yenilikçi çözümler gerekli hale gelmektedir. Nitekim Çin'de yapılan bir araştırmada yaşlıların %83'ünün akıllı ürün seçimlerinde YZ destekli çözümleri tercih ettiği belirlenmiştir.[749] Bu sonuç, Türkiye için de sosyal yaşlı bakım hizmetlerinde YZ temelli uygulamaların önemini vurgulamaktadır.

2.2.4.2.2 Engelli Bireyler İçin Yapay Zekâ Çözümleri

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ, World Health Organization-WHO) ve UNICEF'in ortak yayımladığı Yardımcı Teknoloji Küresel Raporu, 2,5 milyardan fazla insanın tekerlekli sandalye, işitme cihazı veya iletişimi destekleyen uygulamalar gibi bir ya da daha fazla yardımcı ürüne ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır. 2050'de bu sayının 3,5 milyara ulaşması beklenmektedir.[750] Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler Engelli Hakları Özel Raportörü'nün 2022 tarihli raporu, YZ teknolojilerinin sorumlu şekilde tasarlanması hâlinde engelli bireylerin bağımsız yaşamını destekleyebileceğini ve eğitim, sağlık hizmetleri ile istihdama erişimlerini artırabileceğini vurgulamaktadır.[751]

YZ tabanlı destekleyici teknolojiler, engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları engelleri ortadan kaldırarak onlara yeni bir özerklik ve katılım düzeyi sunmaktadır.

- Görme Engelliler: Bu alandaki iyi uygulama örneklerinden biri, Microsoft'un "Be My Eyes" ile yaptığı iş birliğidir. Bu ortaklık kapsamında, görme engelli veya az gören bireylerin Microsoft müşteri hizmetlerine erişimini kolaylaştırmak amacıyla üretken YZ destekli bir uygulama geliştirilmiştir. Be My AI adı verilen bu teknoloji, kullanıcıların ürünleri tanımasına ve görseller hakkında detaylı bilgi almasına olanak tanımaktadır. Uygulama, Microsoft müşteri hizmetlerine gelen destek taleplerinin %50'sini insan

[748] TÜİK. (2025) *İstatistiklerle Yaşlılar 2024* (Bülten No. 54079), Mart. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2024-54079 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[749] Zhao, Y., & Li, J. (2024) Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. *Scientific Reports, 14*(9254). https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w, s.2. 1-17

[750] World Health Organization & United Nations Children's Fund. (2022). *Global report on assistive technology*. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/354357, s.x. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[751] Méndez-Domínguez, G. (2022) *Report of the Special Rapporteur on the rights of persons with disabilities: Artificial intelligence and the rights of persons with disabilities* (A/77/203). United Nations. https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n22/431/73/pdf/n2243173.pdf, s, 15,30. 1-65 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

müdahalesi olmadan çözüme kavuşturarak önemli bir başarı elde etmiştir.[752] Hatta bu oran bazı durumlarda %90'a kadar çıkmış, görüşme sürelerinde %68'lik bir azalma ve müşteri memnuniyetinde artış sağlanmıştır. Bu başarılı uygulama, TIME dergisinin 2023'ün En İyi İcatları arasında da gösterilmiştir.[753] Halihazırda bu uygulamanın dünya çapında 860.000'den fazla kullanıcısı bulunmaktadır.[754] Benzer şekilde, giyilebilir bir YZ cihazı olan "OrCam MyEye" da gelişmiş bilgisayarlı görü teknolojisi sayesinde görme engelli bireylerin metinleri okumasına ve çevrelerindeki yüzleri veya nesneleri gerçek zamanlı olarak tanımasına olanak tanıyarak toplumsal entegrasyonlarını ve bağımsız yaşam kalitelerini artırmaktadır.[755] Bu alandaki çalışmalara güncel bir örnek ise Türkiye'den verilebilir. Ankara Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen ve Türkiye Körler Vakfı iş birliğiyle yürütülen "Yapay Zekâ ile Görme Engelliler İçin Yeni Ufuklar Projesi", görme engelli bireylere YZ araçlarını kullanma becerisi kazandırarak onların istihdam edilebilirliklerini ve topluma entegrasyonlarını artırmayı hedeflemiştir. Bu proje, sosyal kalkınma vizyonu doğrultusunda teknolojinin tabana yayılmasına ve farkındalık oluşturulmasına yönelik önemli bir adımı temsil etmektedir.[756]

● İşitme Engelliler: YZ, görme engellilere yönelik çözümlerin yanı sıra işitme bozukluğu olan bireyler için de çığır açan imkânlar sunmaktadır. Örneğin, "AirCaption" uygulaması, YZ desteğiyle ses ve video içeriğini 60'tan fazla dilde hızlı ve doğru bir şekilde okunabilir metne çevirmektedir. Bu aracın en ayırt edici özelliklerinden biri, internet bağlantısı olmayan ortamlarda dahi çevrimdışı çalışabilmesi ve kullanıcı verilerini gizlilik için yerel olarak işlemesidir; bu da onu erişilebilirlik alanında oldukça etkili bir teknoloji hâline getirmektedir.[757] İşitme teknolojilerindeki yenilikçi bir diğer eğilim ise yardımcı cihazların gözlük gibi gündelik aksesuarlara entegre edilmesidir. Bu alandaki bir örnek olan "Nuance Audio Gözlükleri", hafif ila orta derecede işitme kaybı yaşayan bireyler için tasarlanmıştır. Cihaz, çerçevenin önündeki yönlü mikrofonlar sayesinde tüm ortam sesini yükseltmek yerine sadece konuşulan kişiye odaklanır ve sesi doğrudan kullanıcının kulağına ileterek gürültülü

[752] Microsoft Corporation. (2024) *The 2024 impact summary: Meeting the moment*. Microsoft Corporation. Ekim. s.15.
[753] Be My Eyes. (2023) *Introducing Be My AI – A New Virtual Volunteer Powered by GPT-4* [Video]. YouTube. Mayıs,. https://www.youtube.com/watch?v=dIImXx1C7_g (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[754] Be My Eyes. (2025) *Be My Eyes – Virtual volunteer support for people who are blind or have low vision*. https://www.bemyeyes.com (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[755] The Wits Lab. *Top 14 AI-Powered Web Accessibility Tools*. https://blog.thewitslab.com/top-14-ai-powered-web-accessibility-tools (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[756] Ankara Kalkınma Ajansı. (2025) *Yapay Zekâ ile Görme Engelliler İçin Yeni Ufuklar Projesi Sertifika Töreni Gerçekleştirildi*. Ankara Kalkınma Ajansı. Nisan. https://ankaraka.org.tr/yapay-zeka-ile-gorme-engelliler-icin-yeni-ufuklar-projesi-sertifika-toreni-gerceklestirildi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[757] The Wits Lab. *Top 14 AI-Powered Web Accessibility Tools*. https://blog.thewitslab.com/top-14-ai-powered-web-accessibility-tools (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ortamlarda dahi net bir iletişim imkânı sunmaktadır.[758]

● Hareket Engelliler: Hareket engelli bireyler için geliştirilen akıllı teknolojiler, rehabilitasyon süreçlerini desteklemekten günlük yaşam konforunu artırmaya kadar geniş bir yelpazede çözümler sunmaktadır. Örneğin, Neofect tarafından geliştirilen "Akıllı Eldiven" (Smart Glove), sensörleri ve oyunlaştırılmış egzersizleri aracılığıyla felç veya omurilik yaralanması gibi durumlarda hastaların el fonksiyonlarını yeniden kazanmalarına yardımcı olmaktadır.[759] Benzer şekilde akıllı tekerlekli sandalyeler ve otonom mobilite araçlarının da bireylerin bağımsız hareket kabiliyetini önemli ölçüde artırabildiği belirtilmektedir.

● Bilişsel ve Zihinsel Engelliler: YZ, zihinsel engelli bireylerin eğitim ve sosyal beceri gelişimine kişiselleştirilmiş destekler sunabilmektedir. Bireyin öğrenme hızına ve ihtiyacına göre uyum sağlayan eğitim platformları potansiyellerini en üst düzeye çıkarmalarına imkân tanırken; otizm spektrum bozukluğu gibi durumlarda kullanılan sosyal robotlar ise iletişim yeteneklerini güçlendirerek sosyal etkileşimlerini kolaylaştırmaktadır.[760]

YZ, engelli bireylerin istihdamı konusunda da önemli fırsatlar sunabilmektedir. Bahsekonu teknolojiler, engelli bireylerin iş gücüne katılımını sağlayarak daha kapsayıcı bir toplumun önünü açarken, bu süreçte ortaya çıkan dinamikler de dikkat çekicidir.[761] Araştırmalar, bu faydanın tek yönlü olmadığını ve engelli çalışanların bu teknolojiye öncülük ettiğini göstermektedir: Bu grubun %55'i iş yerinde problem çözmek için YZ kullanırken, bu oran diğer çalışanlarda sadece %39'dur. Engelli bireylerin bu proaktif teknoloji kullanımı, YZ'yi hem onların potansiyellerini ortaya çıkaran bir araç hem de iş gücü piyasasında stratejik bir fırsat eşitleyici olarak konumlandırmaktadır.[762]

2.2.4.3 Zihinsel Sağlık ve Sosyal Bağlılık

YZ destekli zihinsel sağlık çözümleri, küresel pazarın 2023'te 1.13 milyar dolar değerinden yıllık ortalama %24,1'lik bir artışla 2030'da 5.08 milyar dolara ulaşacağı

[758] Berlyn, D. (2024) *How AI and new technology could support healthy aging*. National Council on Aging. Şubat. https://www.ncoa.org/article/how-ai-and-new-technology-could-support-healthy-aging/

[759] Focus Care. *Top 8 new assistive technologies for 2024*. Focus Care. Haziran 2024. https://focuscare.com.au/blog/5-new-assistive-technologies-for-2024 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[760] Tecim, V. (2024). Yapay zekâ ve işaret dili tercümesi uygulaması. V. Tecim & M. Ö. Kalaç (Ed.), *Engelsiz bilişim 2024: Teknolojide eşit fırsatlar* (s. 91-111). Kriter Yayınevi. s.95.

[761] VCU Partnership for People with Disabilities. (2024) *Empowering accessibility: The transformative role of AI for people with disabilities*. Ocak. https://blogs.vcu.edu/partnership/2024/01/29/empowering-accessibility-the-transformative-role-of-ai-for-people-with-disabilities (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[762] Randstad. (2024) *Talent with disabilities pioneer the use of AI at work: 55% using AI for problem-solving compared to 39% of non-disabled peers*. Kasım. https://www.randstad.com/press/2024/ai-equity-international-day-persons-with-disabilities (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

projeksiyonuyla hızla büyümektedir.[763] Bu büyümeyi tetikleyen temel toplumsal ihtiyaçlardan biri de yalnızlıktır; nitekim dünya genelinde insanların %33'ünün yalnız hissettiği rapor edilmektedir ve bu durum, YZ'nin sosyal bağlılığı artırma potansiyelini daha da önemli hale getirmektedir.[764]

Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bir vaka çalışması, Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT) temelli terapi chatbot'larının 16 haftalık bir süreçte depresyonu etkili bir şekilde azalttığını göstermiştir. Ayrıca bu chatbot'lar, standart bir kendi kendine yardım yöntemi olan bibliyoterapiye kıyasla anlamlı derecede daha güçlü bir terapötik ittifak kurmayı başarmıştır.[765] YZ'nin intiharı önleme alanındaki potansiyelini değerlendiren sistematik bir derleme çalışmasında ise bu teknolojinin risk altındaki hastaları belirlemede yüksek bir potansiyele sahip olduğu ve mevcut değerlendirme yöntemlerine göre daha doğru ve güvenilir sonuçlar sunabileceği ortaya konulmaktadır. Bu derlemede incelenen çalışmalar, farklı YZ algoritmalarının bireysel intihar riskini tahmin etmede genel olarak iyi bir performans sergilediğini göstermiştir.[766] Singapur'da ruh sağlığı alanında erken teşhis ve müdahaleyi sağlamak amacıyla, kademeli bakım modeline uygun bilgi ve becerileri kazandıran "Ulusal Ruh Sağlığı Yetkinlik Eğitimi Çerçevesi" geliştirilmiştir. Bu strateji doğrultusunda, sosyal hizmetler gibi alanlarda ilk müdahaleyi yapan 90.000'den fazla personel, ruh sağlığı ihtiyacı olan bireyleri erkenden tanıma, destek sağlama ve doğru hizmetlere yönlendirme konusunda eğitilmiş ve toplum sağlığı yaklaşımı ile YZ destekli erken müdahale sistemleri entegre edilmiştir.[767]

Türkiye'de de YZ'nin ruh sağlığı hizmetlerindeki yeri değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Afyon Kocatepe Üniversitesi'nde 13 ruh sağlığı uzmanıyla yürütülen nitel bir çalışmada, katılımcıların YZ'ye üç temel rol atfettiği belirlenmiştir: uzman asistanı, ruh sağlığı uzmanı ve bakım-destek hizmeti sağlayıcısı. Uzmanlar, YZ'nin bir klinisyenin yerini alamayacağını ancak terapötik süreçlerde bir asistan olarak oldukça işlevsel bir rol

[763] Grand View Research. (2024) *AI in mental health market size, share & trends analysis report by offering (software, services), by technology (ML, NLP), by disorder, by region, and segment forecasts, 2024-2030* (Report No. GVR-4-68040-327-3). https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ai-mental-health-market-report (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[764] McKinsey Health Institute. (2023). *Highlights of 2023: Advancing our mission to add years to life and life to years*. https://www.mckinsey.com/mhi/our-insights/highlights-of-2023. S.4. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[765] Cross, S., Bell, I., Nicholas, J. Valentine, L. vd, (2024) Use of AI in mental health care: Community and mental health professionals survey. *JMIR Mental Health*, *11*, e60589. Ekim. https://doi.org/10.2196/60589

[766] Lejeune, Alban & Aziliz, Le Glaz & Perron, Pierre-Antoine vd. (2022) Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review. European Psychiatry. 65. 1-22. 10.1192/j.eurpsy.2022.8. s.1.

[767] Interagency Taskforce on Mental Health and Well-being. (2023) *National mental health and well-being strategy*. Ministry of Health, Singapore. https://www.moh.gov.sg/docs/librariesprovider5/default-document-library/national-mental-health-and-well-being-strategy-report.pdf. s.5. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

üstlenebileceğini vurgulamışlardır.[768]

2.2.4.4 Ekonomik Kazanımların Sosyal Refaha Dönüşümü

Türkiye YZ pazarının 2025'te 2,01 milyar dolarlık bir hacme ulaşması ve yıllık ortalama %26,26'lık büyüme oranı ile 2031'de 8,15 milyar dolara yükselmesi beklenmektedir; bu projeksiyon, ekonomik kazanımların sosyal refaha dönüşümü için güçlü bir altyapı sağlamaktadır. Bu potansiyeli değerlendiren Hazine ve Maliye Bakanlığı, vergi kayıp ve kaçağıyla mücadele etmek amacıyla YZ teknolojilerinden aktif olarak faydalanmaktadır. Bakanlığın yürüttüğü çalışmalar kapsamında YZ, yüz binlerce vatandaşın vergi beyannamesini ve yaklaşık 3.400 şirketin finansal verilerini incelemek için kullanılmaktadır. Yapılan ön incelemeler, büyük şirketler tarafından eksik beyan edilen veya kaçırılan vergi miktarının 700 milyon dolara yaklaştığını göstermekte ve bu alanda YZ'nin Hazine kazancına doğrudan katkı sağlama potansiyelini ortaya koymaktadır.[769]

TÜBİTAK'ın, sanayinin ihtiyaçlarını akademik bilgi birikimiyle buluşturmak amacıyla 2022 yılından beri düzenlediği "Yapay Zekâ Ekosistem Çağrısı", ekosistemi harekete geçirmeyi hedeflemektedir.[770] 2025 yılı çağrısı kapsamında öncelikli olarak Akıllı Üretim Sistemleri, Akıllı Tarım, Gıda ve Hayvancılık, Finans Teknolojileri ve İklim Değişikliği gibi alanlarda geliştirilecek projelerin destekleneceği ilan edilmiştir. Bu öncelikli alanlar, üretimde verimlilik ve maliyet düşüşü gibi ekonomik kazanımların yanı sıra; gıda güvenliği, iklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilirlik gibi konularda toplumsal refaha doğrudan katkı sağlayacak çözümlerin geliştirilmesini teşvik etmeyi hedeflemektedir.[771]

YZ teknolojisinin toplumsal maliyetlerinin de göz ardı edilmemesi gerektiği belirtilmektedir. Özellikle istihdam piyasalarında yaşanacak dönüşüm, proaktif sosyal politikalarla yönetilmesi gereken bir süreç olarak görülmektedir. Bu çerçevede 18 Mart 2025 tarihli komisyon toplantısında, dile getirilen "Oluşacak bu istihdam daralmasını akışına mı bırakacaksınız yoksa kontrollü bir süreç mi götüreceksiniz ve bu kontrolü nasıl sağlayacaksınız? Örneğin, işsiz kalacaklar için garantili asgari gelir gibi bir formül düşünüyor musunuz?" sorusuyla, bu dönüşümün sosyal sonuçlarına karşı hazırlıklı olunması gerektiğine

[768] Gültekin, M., & Şahin, M. (2024) The use of artificial intelligence in mental health services in Turkey: What do mental health professionals think? *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace*, *18*(1), Article 6. https://doi.org/10.5817/CP2024-1-6, s.11.

[769] Sellars, W. (2024) *Turkey using AI in crackdown on corporate tax evaders*. AGBI. Ekim. https://www.agbi.com/economy/2024/10/turkey-using-ai-in-crackdown-on-corporate-tax-evaders (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[770] TÜBİTAK. (2025) *1711 Yapay Zekâ Ekosistem 2025 Çağrısı açıldı*. Mayıs. https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/1711-yapay-zeka-ekosistem-2025-cagrisi-acildi (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[771] TÜBİTAK. (2025) *1711 - Yapay Zekâ Ekosistem Çağrısı* - (Çağrı No. 1711-YZE-2025), s.2.

vurgu yapılmıştır.[772]

2.2.4.5 Sürdürülebilir Sosyal Refah Sistemleri

YZ destekli sosyal refah sistemlerinin sürdürülebilirliği, teknoloji entegrasyonu ile insan odaklı hizmet sunumu arasında denge kurulmasını gerektirmektedir. Bu noktada YZ dönüşümünün getirdiği fırsatların yanında, yönetişim ve denetim mekanizmalarının önemini vurgulayan uzman görüşlerine değinmekte fayda vardır. Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu toplantısına yurt dışından video konferansla katılan Yapay Zekâ ve Dijital Politika Merkezi Başkanı Merve HICKOK 11 Mart 2025 tarihli sunumunda, YZ'nin hâlihazırda hayatımızın birçok alanında bilgimiz dışında kararlar verdiğine dikkat çekerek, bu sistemlerin nasıl, nerede ve hangi verilerle çalıştığının şeffaf olmamasının temel bir sorun olduğunu belirtmiştir.[773] Örneğin, Hollanda'da çocuk bakım ödeneği sürecinde kullanılan bir YZ algoritmasının, başvuru sahiplerini "yabancı uyruk" bilgisine göre riskli olarak sınıflandırması, kurumsal ayrımcılık şüphesi doğuran ve büyük bir skandala yol açan olumsuz sonuçlar üretmiştir.[774] Benzer şekilde ABD'de, COVID-19 sonrası "Medicaid" (dar gelirliler için sağlık güvencesi) uygunluk kontrollerinde kullanılan hatalı bir YZ sisteminin, 2024 yılı başı itibarıyla 16 milyondan fazla kişinin sağlık güvencesini kaybetmesine yol açtığı bildirilmiştir. Bu vakalar, sosyal koruma ağlarında teknoloji kullanımının etik çerçevesinin ve denetiminin önemini açıkça ortaya koymaktadır.[775]

TBMM Başkanı Numan KURTULMUŞ, 8 Mayıs 2025 tarihinde TBMM'de düzenlenen Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi'nde yaptığı açılış konuşmasında, bu riski "tekno-oligarşi" kavramıyla ifade ederek, sanayileşme döneminde çevresel ve sosyal endişelerin göz ardı edilmesine benzer bir hatanın yapay zekâ çağında tekrarlanmaması gerektiğini vurgulamıştır. TBMM Başkanı Numan KURTULMUŞ, yapay zekânın gelir dağılımı adaletsizliğini derinleştirmek yerine, toplumsal refahı artıracak şekilde, arkasında "aklın, vicdanın, hikmetin ve irfanın" olduğu bir yaklaşımla geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir.[776]

---

[772] 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[773] Merve Hickok'un 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[774] Hoogenboom, A. (2022) *Dutch Childcare Allowance Scandal: The importance of investigation powers*. Equinet. Kasım. https://equineteurope.org/netherlands-institute-for-human-rights-role-in-the-investigation-of-the-childcare-allowance-scandal/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[775] Rosenbaum, S. (2024) When Medicaid unwinding meets AI: In the matter of Deloitte Consulting. *The Milbank. Quarterly*. Şubat. https://milbank.org/quarterly/opinions/when-medicaid-unwinding-meets-ai-in-the-matter-of-deloitte-consulting (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[776] Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanı Numan Kurtulmuş'un Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi, Açılış Oturumu Konuşması.

Komisyon Başkanı Fatih DÖNMEZ de bu insan odaklı yaklaşımın Komisyon çalışmalarının temel bulgusu olduğunu 13 Mayıs 2025 tarihli toplantıda şu sözlerle teyit etmiştir: "Komisyon toplantılarımız sürecinde birçok kez gördük ki yapay zekâya dair meselemiz sadece kodlar, algoritmalar ya da veri değil, meselemiz insandır. Biz bu teknolojiyi insanı güçlendirmek, fırsat eşitliğini yaygınlaştırmak, kalkınmayı tabana yaymak için kullanmak zorundayız." [777] Bu çerçevede olumsuz örneklerin yaşanmaması ve teknolojinin sosyal faydaya dönüştürülmesi için ülkelerin kapsamlı ve güven odaklı stratejiler geliştirmesi kritik önem taşımaktadır. Bu yaklaşıma örnek olarak, Türkiye'nin UYZS'de üretken YZ teknolojilerine ve yerel büyük dil modellerine öncelik vermesi gösterilebilir. Bahsekonu strateji metni kapsamında geliştirilen "Güvenilir Yapay Zekâ Mühürü" sertifikasyonu ve e-Devlet'e entegre edilen YZ tabanlı hizmetler, teknolojinin kamu alanında güvenli ve kalite odaklı yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin benimsediği çok paydaşlı ve aşamalı uygulama modeli, ülkenin mevcut dijital altyapısıyla birleşerek YZ'nin sosyal refaha dönüşümünde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Türkiye'nin güçlü dijital altyapısı ve merkezi koordinasyon imkanlarının, YZ teknolojilerinin sosyal refaha dönüşümünde önemli avantaj sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

2.2.4.6 Öneriler

1. Engelli Bireyler ve Yaşlılar için Yerli Yardımcı Teknolojilerin Geliştirilmesi (Vade: Orta)

- Öneri: Görme, işitme ve hareket engelli bireylerin yanı sıra yaşlıların da bağımsız yaşamını, eğitim ve istihdama katılımını destekleyen (konuşmayı metne/işaret diline çeviren, ortamı betimleyen, akıllı protez/eldiven, sosyal etkileşim robotları vb.) yerli ve millî yardımcı teknolojilerin geliştirilmesi için Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, TÜBİTAK ve KOSGEB bünyesinde özel Ar-Ge fonları ve destek programları oluşturulmalıdır. Bu girişimler, kamu alım garantileri ile de desteklenmelidir.
- Gerekçe: Bu bölümde, dünya genelinde 2,5 milyardan fazla insanın yardımcı teknolojiye ihtiyaç duyduğunu ve engelli bireylerin problem çözmede YZ'yi diğer çalışanlardan daha proaktif kullandığını (%55'e karşı %39) ortaya konulmaktadır. Yine bu bölümde değinilen Microsoft'un "Be My Eyes" veya ElliQ arkadaş robotu gibi uluslararası başarılar, bu alanın hem sosyal fayda hem de yüksek ekonomik potansiyel taşıdığını

[777] Eskişehir Milletvekili Komisyon Başkanı Fatih Dönmez'in 13 Mayıs 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

göstermektedir. "Yapay Zekâ ile Görme Engelliler İçin Yeni Ufuklar Projesi" gibi yerel girişimler, Türkiye'nin bu alandaki yetkinliğini kanıtlamakta ve bu tür desteklerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

2. Bütünleşik Sosyal Yardım Bilgi Sistemi'nin Öngörücü Analitikle Güçlendirilmesi (Vade: Orta)

- Öneri: Mevcut BSYBS, risk altındaki (yoksulluk, yalnızlık, hastalık vb.) birey ve aileleri proaktif olarak tespit edebilen, ihtiyaçlarına en uygun destekleri otomatik olarak önerebilen öngörücü YZ modelleri ile güçlendirilmelidir. Kaynakların adil, hızlı ve etkin dağıtımı için geliştirilecek bu sistemlerde, Hollanda ve ABD'de yaşanan olumsuz örneklerden ders çıkarılarak mutlaka güçlü etik denetim mekanizmaları kurulmalıdır.
- Gerekçe: Bu bölümde belirtildiği gibi, ABD'deki Gıda Yardımı Programı, YZ ile ödeme hatalarını düzelterek kaynakları daha doğru yönlendirmektedir. Türkiye'nin farklı kurumlardan veri paylaşımı sağlayan BSYBS altyapısı, bu tür bir öngörücü model entegrasyonu için sağlam bir zemin sunmaktadır. Bu dönüşüm, kaynakların daha adil ve etkin dağıtılmasını sağlayarak sosyal devlet ilkesinin 21. yüzyıl yetkinlikleriyle uygulanmasına olanak tanıyacaktır.

3. Ruh Sağlığı Hizmetlerine Erişimin Yapay Zekâ ile Kolaylaştırılması (Vade: Orta)

- Öneri: Toplumda artan yalnızlık ve ruhsal sorunlarla mücadele kapsamında, Sağlık Bakanlığı ve Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı koordinasyonunda, Türkçe dil ve kültür yapısına uygun, bilimsel temelli ve güvenilir YZ destekli ön tanı, terapi destek ve danışmanlık chatbot'ları ile dijital terapi uygulamaları geliştirilmesi için özel projeler desteklenmelidir.
- Gerekçe: Bu bölümde değinildiği üzere dünya genelinde insanların %33'ünün yalnız hissetmesi ve YZ destekli zihinsel sağlık pazarının 2030'da 5.08 milyar dolara ulaşacağının öngörülmesi, bu alana yatırımın önemini göstermektedir. Yine bu bölümde, BDT temelli chatbot'ların depresyonu azaltmada etkili olduğu ve Afyon Kocatepe Üniversitesi'ndeki ruh sağlığı uzmanlarının da YZ'yi "terapötik süreçlerde bir asistan" olarak gördüğü bulgularına değinilmektedir. Bu tür uygulamalar, ruh sağlığı hizmetlerine erişimi kolaylaştırarak toplumsal refaha doğrudan katkı sağlayacaktır.

2.2.5 Kültürel Miras ve Sanatsal Üretimde Yapay Zekâ Kazanımları

YZ, sanatın üretilme ve değerlenme biçimlerini kökten değiştirerek küresel sanat pazarında dikkat çekici bir ekonomik büyüklük yaratmaktadır. Market Us'ta yayınlanan bir beklenti raporuna göre, bu pazarın 2033 yılına kadar 40 milyar dolar değerini aşacağına işaret

edilmektedir.[778]

Türkiye de YZ'nin bu dönüştürücü gücünü ve stratejik önemini ulusal düzeyde gündemine almıştır. 13 Mayıs 2025 tarihli komisyon toplatısında yapay zekâ konusunun sadece teknolojik bir alan olmadığı belirtilerek ekonomik, sosyal, kültürel, toplumsal her alanı çok derin etkilediği, anlık olarak da çok güçlü şekilde etkilerinin devam ettiği, yapay zekâ alanının değişimin sürekli ve çok hızlı olarak yaşandığı çok stratejik bir alan olduğu belirtilirken ülkemizin bu alandaki konumunun, mevcut durumunun ve gelecekle alakalı hedeflerinin önemine işaret edilmiştir.[779] Bu doğrultuda, Türkiye'nin attığı adımlar bağlamında (mülga) CBDDO'nun paydaş kurum olduğu ve TÜBİTAK tarafından yürütülen "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi Çağrısı" dikkat çekmektedir. Komisyona bilgi veren TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Orhan AYDIN, bu çağrının amacını, kamunun yapay zekâ ihtiyaçlarını üniversiteler ve özel sektörle buluşturarak hem teknoloji geliştirmek hem de insan kaynağı yetiştirmek olarak açıklamıştır.[780] Bu çağrı için 15 milyon liralık ciddi bir bütçe ayrılmıştır.[781] Bu adım, kültürel koruma ve sanatsal inovasyonda yapay zekânın stratejik değerinin ulusal düzeyde tanındığını göstermektedir.

2.2.5.1 Mevcut Teknolojik Durum ve Benimseme Eğilimleri

Kültürel mirasta YZ ekosistemi 2023'ten bu yana hızla gelişmiştir. YZ ile görsel üretiminin ölçeği 2024 yılında hayal bile edilemeyecek seviyelere ulaşmıştır. Sadece Stable Diffusion (resim üretme) platformu tabanlı modeller 2024 yılı itibarıyla 12.5 milyardan fazla görsel üretmiştir.[782] Bu durum, YZ'nin sadece bir teknoloji olmaktan çıkıp küresel ölçekte bir içerik üretim motoruna dönüştüğünü göstermektedir. YZ'nin bu devasa ve demokratikleşen yaratıcı potansiyelinin yanı sıra, önde gelen kurumlar tarafından operasyonel verimlilik ve ziyaretçi deneyimini iyileştirmek gibi somut faydalar elde etmek için stratejik bir araç olarak kullanılması da dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, dünya çapındaki önde gelen kültürel kurumlar, ölçülebilir faydalar sağlayan YZ çözümlerini başarıyla uygulamıştır: Smithsonian

[778] Shalwa. (2024) *Global AI in the art market statistics 2025*. Artsmart.ai. Aralık. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[779] 13 Mayıs 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[780] Prof. Dr. Orhan Aydın'ın 3 Şubat 2025 tarihli TÜBİTAK Çalışma Ziyareti Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[781] TÜBİTAK, (2024) Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi – 2024 Çağrısı başvurulara açıldı. Kasım. https://tubitak.gov.tr/en/announcement/public-artificial-intelligence-ecosystem-2024-call-open-application (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[782] Artsmart. *AI in the Art Market: Statistics and Trends*. Artsmart.ai. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Enstitüsü tahmin edici YZ sistemleri aracılığıyla bakım maliyetlerini azaltırken,[783] Musée d'Orsay'ın VR deneyimi beş ayda 18.000 ziyaretçi çekmiştir.[784] Bu pratik başarıların arkasında, YZ'nin verimliliğini ve doğruluğunu kanıtlayan akademik çalışmalar yatmaktadır. 2023-2024 dönemindeki akademik araştırmalar, YZ destekli kültürel miras sistemlerinin kültürel içerik doğruluğunu %92 seviyesine çıkarırken işlem süresini %75 azalttığını ortaya koymaktadır.[785] YZ, kültürel mirasın korunmasındaki bu teknik başarısının yanı sıra, yeni sanat eserlerinin üretim sürecini ve değerini de kökten değiştirmektedir. Nitekim 4 milyondan fazla sanat eserini kapsayan bir akademik çalışma, metin-görsel YZ'nin zamanla insan yaratıcı üretkenliğini %25 artırdığını ve eserlerin beğenilirlik değerini %50 yükselttiğini ortaya koymuştur.[786] Akademik araştırmaların ortaya koyduğu bu spesifik bulgular, iş dünyasının ve danışmanlık devlerinin daha geniş ekonomik projeksiyonlarında da yankı bulmaktadır.

PwC YZ'nin 2030'a kadar küresel ekonomiye 15,7 trilyon dolar katkı sağlayabileceğini öngörmektedir.[787] YZ'nin bu devasa ekonomik potansiyelini ve dönüştürücü gücünü fark eden hükümetler ve uluslararası kuruluşlar da bu alana yönelik stratejik yatırımlar yapmaktadır. AB, GenAI4EU girişimi aracılığıyla YZ'ye 700 milyon avro ayırırken[788], Horizon Europe programı kapsamında kültürel mirasın dijitalleştirilmesi için 2023–2025 yılları arasında toplam 110 milyon Euro tahsis etmiştir.[789]

2.2.5.2 Miras Koruma ve Dijitalleştirme Uygulamaları

YZ teknolojileri, gelişmiş dijitalleştirme ve restorasyon teknikleri aracılığıyla kültürel miras korunmasında devrim yaratmıştır. Bu bağlamda otonom İHA sistemleri tarihi binaları

---

[783] MuseumNext. (2024) *Artificial intelligence and the future of museums*. Mayıs. https://www.museumnext.com/article/artificial-intelligence-and-the-future-of-museums/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[784] Museums Association. (2025) *Survey reveals public demand for virtual reality museum experiences*. Museums Journal. Ocak. https://www.museumsassociation.org/museums-journal/news/2025/01/survey-reveals-public-demand-for-virtual-reality-museum-experiences/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[785] Fu, Y., Shi, K., & Xi, L. (2025) Artificial intelligence and machine learning in the preservation and innovation of intangible cultural heritage: Ethical considerations and design frameworks. *Digital Scholarship in the Humanities*, *40*(2), 487–508. Mayıs. https://doi.org/10.1093/llc/fqaf034

[786] Zhou, E. B., & Lee, D. (2024) *Generative artificial intelligence, human creativity, and art. PNAS Nexus*, *3*(3). https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052, s.1.

[787] PwC. (2024) *The potential impact of Artificial Intelligence in the Middle East*. https://www.pwc.com/m1/en/publications/potential-impact-artificial-intelligence-middle-east.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[788] European Commission. (2025) *GenAI4EU: Funding opportunities to boost Generative AI "made in Europe"* [Policy profile]. Shaping Europe's Digital Future. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/genai4eu

[789] European Commission. (2022) *Moving towards a new European Collaborative Cloud for Cultural Heritage*. Culture & Creativity – European Commission. Temmuz. https://culture.ec.europa.eu/news/moving-towards-a-new-european-collaborative-cloud-for-cultural-heritage (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

hem çok daha hızlı belgelerken hem de son derece hassas çalışmaktadırlar.[790] Bu yöntemlerle toplanan kapsamlı veriler, YZ tarafından işlendiğinde kültürel mirasın korunmasında somut ve ölçülebilir sonuçlar doğurmaktadır. Saray Müzesi ve Dunhuang Akademisi, YZ odaklı koruma stratejilerinin desen tanımada %90-95 başarı oranı ve sözlü tarih korunmasında %88 doğruluk elde ettiğini bildirmektedir.[791] Bu tür yüksek başarı oranlarına ulaşılmasını sağlayan temel teknolojiler, özellikle hasarlı eserlerin dijital olarak tamamlanmasında kendini göstermektedir. Bu alanda, MIT'de geliştirilen ve 2025'te duyurulan yeni bir atılım, YZ tarafından üretilen restorasyon "maskeleri" aracılığıyla hasarlı tabloların fiziksel olarak onarılmasını sağlamaktadır. Bu yöntemde, dijital ortamda restore edilen bir eserin görüntüsü, hasarlı orijinal tablonun üzerine doğrudan uygulanabilen ince bir polimer film üzerine basılmaktadır. Geleneksel yöntemlere göre restorasyon süresini 66 kat veya daha fazla hızlandırma potansiyeline sahip olan bu teknik, aynı zamanda yapılan restorasyonun istenildiğinde kolayca geri alınabilmesini sağlamaktadır.[792] MIT'deki bu türden gelişmeler, YZ'nin potansiyelini küresel ölçekte politika yapıcıların da gündemine taşımaktadır.

Bu doğrultuda, Avrupa Parlamentosu'nun 2023 brifingi, AB'nin kültürel miras sitelerinin 3D dijitalleştirmesi hedeflerine ulaşılmasında YZ'nin kritik rolünü vurgulamaktadır.[793] AB'nin bu stratejik vizyonuna paralel olarak, teknoloji sektörünün önde gelen şirketleri de kültürel mirasın korunması için önemli kaynaklar ayıran girişimler başlatmıştır. Microsoft'un "Kültürel Miras için Yapay Zekâ" (AI for Cultural Heritage) girişimi, INTERWOVEN platformu aracılığıyla Hindistan'daki Sanat ve Fotoğraf Müzesi'ni (MAP) ve aralarında Metropolitan Sanat Müzesi ile Victoria ve Albert Müzesi'nin de bulunduğu 16 partner kurumu birbirine bağlamaktadır. Bu platform, YZ'yi kullanarak farklı koleksiyonlardaki tekstil eserleri arasında görünmez bağları ve ortak tarihleri ortaya

[790] Petracek, P., Kratky, V., Baca, T., Petrlik, M., & Saska, M. (2023) New era in cultural heritage preservation: Cooperative aerial autonomy. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, *40*(2), 1-16. s.1. https://doi.org/10.1109/MRA.2023.3244423

[791] Fu, Y., Shi, K., & Xi, L. (2025) Artificial intelligence and machine learning in the preservation and innovation of intangible cultural heritage: Ethical considerations and design frameworks. *Digital Scholarship in the Humanities*, *40*(2), 487–508. Mayıs. https://doi.org/10.1093/llc/fqaf034

[792] Chu, J. (2025) *Have a damaged painting? Restore it in just hours with an AI-generated "mask"*. MIT News. Haziran. https://news.mit.edu/2025/restoring-damaged-paintings-using-ai-generated-mask-0611 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[793] Pasikowska-Schnass, M., with Lim, Y.-S. (2023) *Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums: Complex challenges and new opportunities* (Briefing PE 747.120). European Parliamentary Research Service. Mayıs. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)747120_EN.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

çıkarmakta, böylece ölçeklenebilir uluslararası işbirliği için bir model oluşturmaktadır.[794]

2.2.5.3 Sanatsal Üretim ve Yaratıcı Endüstri Dönüşümü

YZ'nin sanatsal yaratımdaki etkisi, araç sağlamanın ötesinde yaratıcı iş akışlarının temel dönüşümüne uzanmaktadır. Zhou ve Lee'nin çalışması YZ'nin, sanatta bir nevi "demokrasi" sunduğu sonucuna ulaşmaktadır.[795] Bu ise artık sadece en popüler sanatçıların değil, YZ kullanan daha geniş bir sanatçı kitlesinin de eserlerinin beğenildiği ve takdir topladığı anlamına gelmekte; yani başarı daha fazla kişi arasında paylaşılmaktadır.[796]

Kültürel kurumlar YZ destekli sanatsal yaratımı benimsemiştir: Nasher Müzesi'nin "Küratör gibi davran" sergisi 14.000 nesne arasından seçim yapmak için ChatGPT kullanırken[797], Refik ANADOL'un MoMA'daki 'Unsupervised' enstalasyonu, müzenin 200 yıllık sanat koleksiyonuyla eğitilmiş bir YZ'nin, bu verilerden yola çıkarak gerçek zamanlı ve sürekli değişen formlar "hayal ettiği" bir dijital sanat eseri olarak tarif edilmektedir.[798]

Kültürel kurumlar YZ'yi sanatsal anlatımın sınırlarını zorlamak için kullanırken, bu teknolojinin bir diğer yüzü de milyonlarca hatta belki de milyarlarca insanın erişebildiği popüler araçlarla kendini göstermektedir. Sanatçılar arasında en popüler metin-görsel YZ araçlarından biri DALL-E 2'dir; sanatçıların %28,3'ü bu aracı (DALL-E 2) tercih ettiklerini belirtmektedir.[799] Bu yoğun kullanıma ve sanatçılar arasındaki popülerliğine rağmen, YZ tarafından üretilen eserlerin "sanat eseri" olarak kabul edilmesi konusunda kamuoyunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Nitekim ABD'li yetişkinlerin %61'i YZ ile yaratılan görsellerin sanat eseri olarak kabul edilmemesi gerektiğine inanırken, bu oran Milenyum kuşağında farklılaşmaktadır: Bu kuşağın %48'i YZ üretimi içeriği meşru bir sanatsal ifade olarak görmektedir.[800]

Bu kamuoyundaki tartışmaların yanı sıra, YZ'nin sanatsal üretim süreçlerine dâhil

---

[794] Bhot, A.M. (2022) *This museum is using AI to remind us of all the threads we have in common*. Microsoft. Haziran. https://news.microsoft.com/source/asia/features/this-museum-is-using-ai-to-remind-us-of-all-the-threads-we-have-in-common/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[795] Zhou, E. B., & Lee, D. (2024) *Generative artificial intelligence, human creativity, and art. PNAS Nexus*, *3*(3). https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052, s.5-7.

[796] a.g.e.

[797] Nasher Museum of Art at Duke University. (2023) *Act as if you are a curator: An AI-generated exhibition* [Exhibition]. Nasher Museum of Art. Eylül. https://nasher.duke.edu/exhibitions/act-as-if-you-are-a-curator-an-ai-generated-exhibition/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[798] Museum of Modern Art. (2022) *Refik Anadol: Unsupervised* [Exhibition]. MoMA. Kasım. https://www.moma.org/calendar/exhibitions/5535 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[799] AIPRM. (2023) *AI in the Art Market Statistics 2024*. AIPRM. https://www.aiprm.com/ai-art-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[800] Shalwa. (2024) *AI Art Statistics: The Ultimate List in 2025*. Artsmart.ai. Eylül. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

olması, telif hakkı ve özgünlük gibi konularda yeni hukuki ve felsefi tartışmaları da beraberinde getirmektedir. 30 Nisan 2025 tarihli toplantıda, YZ ile üretilen eserlerin "sahte eser" üretiminde kullanılma riskine ve klasik sanat eserlerinin arşivlenmesinde milli bir koruma programının gerekliliğine işaret edilmiştir.[801] Sanatçı kimliği ve eser sahipliği konusundaki belirsizlikler de bu tartışmaların merkezinde yer almaktadır. Sanatçı Alp Doğu ESER ise aynı toplantıda, YZ'nin bir "mülkiyet biçimi" olarak sanat eserinin orijinalliğini belgelediğini ancak "sanatçı kimdir?" sorusunu yeniden gündeme getirdiğini belirtmiş ve insan ile makine arasında bir "hibrit eser" kavramını önermiştir.[802] Bu ve benzeri görüşler ışığında, YZ tarafından üretilen eserlerde hak sahipliğinin nasıl belirleneceğine yönelik tartışmalar ise devam etmektedir.

2.2.5.4 Ekonomik Etki ve Pazar Dinamikleri

Kültürel mirasta YZ'nin ekonomik etkileri büyük ve çok yönlüdür. Yaratıcı endüstrilerin ekonomideki önemi somut verilerle ortadadır: Bu sektör, 2021'de Birleşik Krallık ekonomisine 109 milyar sterlin (GSYİH'nin %5,6'sı) katkı sağlarken[803], 2017'de ABD ekonomisine 877,8 milyar dolarlık bir değer katmıştır.[804] YZ, halihazırda devasa olan bu ekonomik katkıyı daha da ileri taşıma potansiyeline sahiptir. İşgücü piyasası analizi, YZ maruziyeti olan sektörlerin 4,8 kat daha yüksek verimlilik artışı yaşadığını, YZ becerileri gerektiren işlerin %25'e varan maaş artışlarına sahip olduğunu göstermektedir.[805]

YZ'nin işgücü piyasasında yarattığı bahsekonu değer, aynı zamanda halka açık büyük sanatsal ve ticari projelerde de kendini göstermektedir. YZ ve dijital teknolojilerin kültürel alandaki ticari başarısı, çığır açan sürükleyici deneyimlerle kanıtlanmaktadır: Japon sanat kolektifi teamLab, Makao'daki 5.000 metrekarelik SuperNature enstalasyonu ile büyük kitleleri çekerken[806], Van Gogh temalı sürükleyici sergiler ise 5 milyondan fazla bilet satarak

---

[801] 30 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[802] Alp Doğu Eser'in 30 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[803] House of Lords Library. (2022) *Arts and creative industries: The case for a strategy*. UK Parliament. Aralık. https://lordslibrary.parliament.uk/arts-and-creative-industries-the-case-for-a-strategy/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[804] United States Congress Joint Economic Committee. (2020) *Contribution of the arts and culture sector to the economy*. https://www.jec.senate.gov/public/_cache/files/06b9b94e-939a-411b-9765-ed0a7ffbfa93/contribution-of-the-arts-and-culture-sector-to-the-economy-final.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[805] PwC. (2024). *2024 Global AI Jobs Barometer: Artificial Intelligence exposure linked to 4.8x greater productivity growth and up to 25% wage premiums*. Mayıs. https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2024/pwc-2024-global-ai-jobs-barometer.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[806] Flo. (2025) *Teamlab Supernature in Macau: Everything You Need to Know for Your Visit*. Ocak. https://www.yogawinetravel.com/teamlab-macau/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

bu modelin küresel başarısını ortaya koymaktadır.[807] Bu küresel başarı hikayeleri, ülkeleri kendi kültürel miraslarını ve yaratıcı endüstrilerini YZ ile güçlendirmek için stratejiler geliştirmeye teşvik etmektedir.

Bu noktada Türkiye'nin stratejik konumu özellikle dikkat çekicidir. Kültür ve Turizm Bakanlığı, YZ entegrasyonuna yönelik stratejik hedefler belirlemiştir. Bakanlık, müze ve kültürel alanlarda "YZ tabanlı rehberlik sistemleri" kurarak interaktif deneyimler sunmayı ve "kültürel mirası dijital dünyanın sınırlarını aşarak" tüm dünyaya yaymayı planlamaktadır. Bakan Mehmet Nuri Ersoy'un 21 Kasım 2024 tarihli konuşmasındaki "turizmde yapay zekâ sadece bir yenilik değil, devrimdir" ifadesi, bu teknolojinin dönüştürücü potansiyelinin en üst düzeyde tanındığını göstermesi açısından önemlidir.[808]

2.2.5.5 Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Entegrasyonu

YZ ile birleşen karma gerçeklik teknolojileri, kültürel katılım için benzeri görülmemiş fırsatlar yaratmaktadır. Bu çerçevede günümüzde sürükleyici kültürel deneyimler büyük bir ilgi görmektedir. Örneğin, "Khufu'nun Ufku" VR projesi 2024'te 250.000'den fazla ziyaretçiye ulaşırken;[809] teamLab gibi oluşumlar ise benzer deneyimleri farklı küresel konumlarda açarak bu konseptin ne kadar genişletilebilir olduğunu ortaya koymaktadır.[810] Londra Doğa Tarihi Müzesi, "Visions of Nature" deneyimiyle ziyaretçilerine geleceğin dünyasını göstermektedir. Katılımcılar, çevre eğitimi için 2125 yılına bir yolculuk yapmaktadırlar. Bu yolculukta onlara "Hope" adında bir YZ eşlik etmekte ve teknolojinin gelecekte canlı türlerini nasıl koruyabileceğini onlara anlatmaktadır.[811] Bu tür teknolojik atılımlar sadece Avrupa ile sınırlı kalmamakta; benzer bir gelişme ivmesi Asya'da da gözlemlenmektedir.

Çin müzelerinin dijitalleşme sürecinde VR, AR ve MR gibi sürükleyici teknolojileri başarıyla entegre ettiği ve bu alandaki akademik yayınların sayısının 2023'te 34 makaleyle

---

[807] Van Gogh Expo. https://vangoghexpo.com/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[808] Yıldız, A. (2024) *Kültür ve Turizm Bakanı Ersoy: Turizmde yapay zekâ sadece bir yenilik değil, devrimdir*. Anadolu Ajansı. Kasım. https://www.aa.com.tr/tr/kultur/kultur-ve-turizm-bakani-ersoy-turizmde-yapay-zeka-sadece-bir-yenilik-degil-devrimdir/3399783 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[809] Makarevych, N. ve Slesar, M. (2025) *Using Virtual Reality to Transform Museum Exhibits & Spaces*. Onix Systems. Nisan. https://onix-systems.com/blog/using-virtual-reality-for-museums (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[810] Willekens, Q. (2025) *New Era of Immersive Experiences: 28 Immersive Art Exhibits and Museums Around the World in 2025*. Rustic Pathways. Temmuz. https://rusticpathways.com/inside-rustic/online-magazine/new-era-immersive-experiences-vr-ar-mr-art-exhibits-museums-worldwide (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[811] Charr, M. (2024) *How museums are using augmented reality*. MuseumNext. Nisan. https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

zirveye ulaştığı görülmektedir.[812] Bu akademik çalışmaların, sadece teknoloji kullanımının yaygınlığını değil, aynı zamanda ziyaretçi deneyimini etkileyen faktörleri de derinlemesine incelediği belirtilmektedir. Araştırmalar AR yeniliği, eğitim ve özgünlük faktörleri ile kullanıcı katılım eğilimleri arasında pozitif korelasyon göstermektedir.[813] British Museum'un 2023'te kullanıma sunduğu AR uygulaması, YZ'yi kullanarak sürükleyici deneyimler yaratmakta ve ziyaretçilerin akıllı telefonları veya AR gözlükleri aracılığıyla tarihi eserleri orijinal bağlamlarında görmelerine olanak tanımaktadır.[814]

Müzelerin kendi uygulamalarının yanı sıra, büyük teknoloji şirketleriyle yapılan uluslararası işbirlikleri de bu alanda dikkat çekici modeller ortaya koymaktadır. Microsoft'un "Kültürel Miras için Yapay Zekâ" programı kapsamında, Paris'teki Musée des Plans-Reliefs ile Mont-Saint-Michel için bir karma gerçeklik deneyimi ve New York'taki Metropolitan Sanat Müzesi ile koleksiyon erişilebilirliğini artırma üzerine kurduğu ortaklıklar, başarılı uluslararası işbirliği modellerine örnek teşkil etmektedir.[815] Bu uygulamalar, YZ destekli sürükleyici teknolojileri kullanmak isteyen Türkiye'deki kültür kurumları için şablonlar sağlamaktadır.

2.2.5.6 Öneriler

1. Ulusal Kültürel Miras Dijitalleştirme ve Koruma Platformu'nun Kurulması (Vade: Orta)

- Öneri: Kültür ve Turizm Bakanlığı koordinasyonunda, Türkiye'deki müzelerde ve kültürel miras alanlarındaki eserlerin 3 boyutlu dijitalleştirilmesi, hasar tespiti ve restorasyon simülasyonları için YZ tabanlı merkezi bir dijital platform kurulmalıdır. Bu platform, ziyaretçi deneyimini zenginleştirmek için YZ tabanlı rehberlik sistemleri ile artırılmış (AR) ve sanal gerçeklik (VR) uygulamalarının geliştirilmesine de olanak tanımalıdır.
- Gerekçe: Bu bölümde, YZ destekli kültürel miras sistemlerinin işlem süresini %75 azaltırken %92 kültürel doğruluk elde ettiği, Musée d'Orsay'ın VR deneyiminin beş ayda 18.000, "Khufu'nun Ufku" projesinin ise 250.000'den fazla ziyaretçi çektiği belirtilmektedir. Microsoft'un "Kültürel Miras için Yapay Zekâ" gibi uluslararası işbirlikleri ve Bakanlığın

[812] Chunlan, Y., Wook, T. S. M. T., & Rosdi, F. (2025) Advancing cultural heritage: a decadal review of digital transformation in Chinese museums. *npj Heritage Science*, *13*(1), 189. https://doi.org/10.1038/s40494-025-01714-x, s.1-13.
[813] a.g.e.
[814] Styx, L. (2024) *Artificial Intelligence and the Future of Museums*. MuseumNext. Mayıs. https://www.museumnext.com/article/artificial-intelligence-and-the-future-of-museums/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[815] Thornton, A. (2019) *How AI is changing arts and culture*. Microsoft News. Temmuz. https://news.microsoft.com/on-the-issues/2019/07/30/ai-changing-arts-culture/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

"YZ tabanlı rehberlik sistemleri" kurma hedefi, böyle bir platformun hem kültürel mirası koruma hem de turizm potansiyelini artırma açısından stratejik önemini ortaya koymaktadır.

2. Yapay Zekâ Destekli Restorasyon Atölyeleri ve Uzmanlık Merkezlerinin Kurulması (Vade: Uzun)

- Öneri: Müzeler ve konservasyon laboratuvarları bünyesinde, geleneksel restorasyon tekniklerini YZ ile birleştiren "YZ Destekli Restorasyon Atölyeleri" kurulmalıdır. Bu atölyeler, hasarlı eserlerin onarımı için YZ tabanlı teknikler geliştirmeli ve bu alanda uzmanlar yetiştirmelidir.
- Gerekçe: MIT'de geliştirilen ve restorasyon süresini 66 kat hızlandırma potansiyeli taşıyan "restorasyon maskeleri" teknolojisi, YZ'nin bu alandaki dönüştürücü gücünü kanıtlamaktadır. Benzer şekilde, otonom İHA'larla tarihi binaların son derece hassas bir şekilde belgelenmesi örneği de restorasyon süreçleri için paha biçilmez bir veri altyapısı sunmaktadır. Bu tür atölyeler kurmak, Türkiye'nin paha biçilmez kültürel mirasının daha hızlı ve doğru bir şekilde korunmasını sağlarken, ülkeyi bu alanda uluslararası bir uzmanlık merkezi haline getirebilecektir.

3. Yapay Zekâ ile Sanatsal Üretimi Teşvik Eden Destek Mekanizmalarının Oluşturulması (Vade: Kısa)

- Öneri: YZ'yi sanatsal bir araç olarak kullanan sanatçıları, tasarımcıları ve yaratıcı endüstrileri desteklemek amacıyla Kültür ve Turizm Bakanlığı bünyesinde özel bir fon oluşturulmalı, "AI art" sergileri ve festivalleri düzenlenmeli ve sanatçıları destekleyen kuluçka merkezleri kurulmalıdır.
- Gerekçe: Bu bölümde, YZ'nin insanın yaratıcı üretkenliğini %25 artırdığı ve sanatı "demokratikleştirerek" daha geniş bir sanatçı kitlesinin eserlerinin takdir görmesini sağladığı belirtilmektedir. TÜBİTAK'ın "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi Çağrısı" için ayırdığı 15 milyon liralık bütçe, devletin bu alana verdiği stratejik önemin bir göstergesidir. Bu tür destekler, Türkiye'nin 40 milyar dolarlık küresel sanat pazarından pay almasını ve yaratıcı endüstrilerin ekonomik katkısını artırmasını sağlayacaktır.

2.2.6 Yapay Zekânın Tarıma Etkileri

Küresel YZ tarım pazarı, 2024'te 4,7 milyar dolardan 2034 itibarıyla 31 milyar dolarlık projeksiyona ulaşarak gıda üretim biçimimizi temelden dönüştürmektedir[816]. Bu

[816] Global Market Insights. (2025). Tarımda Yapay Zekâ Pazar Büyüklüğü ve Pazar Payı, 2025–2034 Büyüme Raporu (*AI in agriculture market size & share, growth report 2025-2034*) https://www.gminsights.com/industry-analysis/ai-in-agriculture-market (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

dönüşüm net faydalarla, örneğin, %66 ilaç kullanım azalması ve %40 su tasarrufu gibi iyileşmeleri beraberinde getirirken; iş kaybı riski ve siber güvenlik zafiyetleri gibi acil politika müdahalesi gerektiren ciddi riskleri de beraberinde getirmektedir[817]. Veriler, YZ'nin ölçülebilir tarımsal iyileştirmeler sağlarken, büyük ticari işletmeler ile küçük ölçekli çiftçiler arasındaki eşitsizliği derinleştirme eğilimini ortaya koymaktadır[818].

2.2.6.1 Yapay Zekânın Tarıma Mevcut Katkıları

YZ; hassas tarım, otonom sistemler, ürün izleme, hayvancılık yönetimi ve tedarik zinciri optimizasyonunda ölçülebilir iyileştirmeler sunarak piyasa büyümesini sağlamaktadır[819]. Araştırmalar, bunların deneysel değil, yatırım geri dönüşü olan teknolojiler olduğunu göstermektedir.

2.2.6.1.1 Hassas Tarım Teknolojileri ile Kaynak Verimliliğinde İyileşmeler

- John Deere'in See & Spray teknolojisi, herbisit kullanımını %66 azaltırken, çiftçilere yılda 150,000–200,000 dolar tasarruf sağlamaktadır; yatırımın geri dönüş süresi iki yıldır. Sistem saatte 12 mil hızda saniyede 20 bitki tanımlaması yapabilmekte, yabancı ot ilaçlamada %98 doğruluk sağlamakta ve ürünlerin %95'ini dokunmadan bırakmaktadır[820]. Bu teknoloji, 2018 sonrası üretilen ilaçlama makinelerine retrofit yapabilmekte; yani mevcut altyapıyla tam sistem değişimi gerektirmeden çalışabilmektedir.[821].
- IBM Watson'un tarım platformu Tunus ve Fransa'da ortalama kullanıcıda su

[817] ResearchGate. (2022). Blue River Technology: Hassas Tarımda Gelecekçi Yaklaşım (*Blue River Technology: Futuristic approach of precision farming*) https://www.researchgate.net/publication/359739819_Blue_River_Technology_Futuristic_Approach_of_Precision_Farming (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[818] Harvard ALI Social Impact Review. (2024). Küçük Ölçekli Çiftçileri Güçlendirmek İçin Yapay Zekânın Kullanımı: Dijital Uçurumu Kapatmak (*Harnessing AI to empower smallholder farmers: Bridging the digital divide for sustainable growth*) https://www.sir.advancedleadership.harvard.edu/articles/harnessing-ai-empower-smallholder-farmers-bridging-digital-divide-sustainable-growth (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[819] IndiaAI. (2025). 2025'te Tarımda Yapay Zekâ: Hint Çiftliklerini Sürdürülebilir Gelecek İçin Dönüştürmek (*AI in agriculture in 2025: Transforming Indian farms for a sustainable future*) https://indiaai.gov.in/article/ai-in-agriculture-in-2025-transforming-indian-farms-for-a-sustainable-future (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[820] DCVC. (2017). John Deere, Blue River Technology'i 305 Milyon Dolara Satın Alarak Tarımda Tam Yığın Yapay Zekâ Getirdi (*John Deere acquires Blue River Technology for $305 million, bringing full-stack AI to agriculture*) https://www.dcvc.com/news-insights/john-deere-acquires-blue-river-technology-for-305-million-bringing-full-stack-ai-to-agriculture/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[821] ResearchGate. (2022). Blue River Technology: Hassas Tarımda Gelecekçi Yaklaşım (*Blue River Technology: Futuristic approach of precision farming*) https://www.researchgate.net/publication/359739819_Blue_River_Technology_Futuristic_Approach_of_Precision_Farming (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

tüketimini %40 oranında düşürmüştür[822]. Sistem, YZ, IoT sensörleri, hava durumu ve uydu verilerini birleştirerek gerçek zamanlı karar desteği sunmaktadır.

- Hindistan'ın Maharashtra eyaletindeki 200 çiftçi pilot programında YZ tabanlı öneriler sayesinde şeker kamışı sapları %30–40 daha ağır, %20 daha yüksek sakaroz içeriğiyle hasat edilmiştir; bu, teknolojiden çoğunlukla dışlanan küçük üreticiler için kritik bir verim artışı sağlamıştır[823].

2.2.6.1.2 Otonom Sistemler ile İşgücü Açığını Giderme

- Tarım robotları alanına yapılan yatırım 2023'te 196 milyon dolardan 2024'te 345 milyon dolara çıkmıştır; otonom sistemler deney düzeyinden operasyonel uygulamaya geçmektedir[824].
- 2022 itibarıyla dünyada 50'den az sayıda olmasına rağmen, John Deere'in otonom traktörleri ABD'deki yıllık 2,4 milyon boş tarım iş gücünü tamamlayacak potansiyele işaret etmektedir. İkinci nesil 9RX traktör 16 kamerayla 360° görüş sağlıyor ve insan kapasitesinin ötesinde sürekli çalışabilmektedir.
- Carbon Robotics, YZ görsel sistemlerle yabani otları lazerle tespit ve yok eden otonom yabani ot teknolojisi için 70 milyon dolar Seri D yatırımı almıştır; böylelikle kimyasal herbisit kullanımını tamamen ortadan kaldırmaktadır
- Monarch Tractor'ın 133 milyon dolarlık Seri C yatırımı, elektrikli otonom sistemlere duyulan yatırımcı güvenini göstermektedir; bu sistemler insan operatörlere göre daha uzun süre ve yüksek hassasiyetle çalışabilmektedir.

2.2.6.1.3 Tarımsal Tedarik Zinciri Sistemleri

- YZ destekli tedarik zinciri çözümleri gerçek zamanlı izleme ve talep tahmini ile verimliliği ölçülebilir şekilde artırmaktadır[825].

---

[822] IBM. (2023). iFarming Vaka İncelemesi (*iFarming case study*) https://www.ibm.com/case-studies/ifarming-watson-cloud (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[823] Microsoft News. (2021). Şekerin Zirvesini Kovalamak: Hindistan'ın Şeker Kamışı Çiftçileri Hava Durumunu Öngörmek, Zararlılarla Mücadele Etmek ve Hasatları Optimize Etmek İçin Yapay Zekâ Kullanıyor (*Chasing peak sugar: India's sugar cane farmers use AI to predict weather, fight pests and optimize harvests*) https://news.microsoft.com/source/asia/features/chasing-peak-sugar-indias-sugar-cane-farmers-use-ai-to-predict-weather-fight-pests-and-optimize-harvests/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[824] AgFunderNews. (2024). 2024'ün En Büyük 7 Çiftlik Robotu Anlaşması (*The 7 biggest farm robotics deals of 2024 so far*) https://agfundernews.com/the-7-biggest-farm-robotics-deals-of-2024-so-far (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[825] ResearchGate. (2024). Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Tarımda Yapay Zekâ Kullanımı (*Supply chain optimization: AI in agriculture distribution*) https://www.researchgate.net/publication/391761629_Supply_Chain_Optimization_AI_in_Agriculture_Distribution (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

- IBM Food Trust, blockchain ile YZ analitiğini entegre ederek tedarik zinciri boyunca izlenebilirliği ve şeffaflığı artırmaktadır; ürünlerin taze kalmasını sağlarken envanter yönetimi optimize edilerek atığı azaltmaktadır
- Microsoft'un Accenture ve SWARM Engineering gibi firmalarla yürüttüğü tedarik zinciri ortaklıkları, veri analitiği ve otomatik envanter sistemleri sayesinde çiftçilerin pazarlık gücünü artırmaktadır; bu gelişmeler doğrudan maliyet tasarrufu ve hasat sonrası kaybın önlenmesiyle sonuçlanmaktadır.

2.2.6.2 Yapay Zekânın Potansiyel Katkıları

Yükselen YZ teknolojileri, 2023'te 1,7 milyar dolarlık pazardan 2028'de 4,7 milyar dolara ulaşması beklenen tarım sektöründe[826], ileri robotik, iklim-akıllı çözümler ve biyoteknoloji entegrasyonuyla önümüzdeki on yılda temelden dönüşümler vaat etmektedir. Bu gelişmeler, mevcut hassas tarım uygulamalarının ötesine geçerek tam otonom tarımsal ekosistemlere doğru ilerlemektedir.

2.2.6.2.1 Gelişmiş Robotik ile Çiftlikte Tam Otomasyon İmkânı

- Tarım robotları pazarının, 2024'te 16,62 milyar dolardan 2032'ye kadar 103,50 milyar dolara ulaşması beklenmektedir[827], bu da otonom sistemlerin dönüştürücü potansiyelini göstermektedir.
- Greeneye Technology'nin YZ destekli seçici herbisit püskürtme teknolojisi kimyasal kullanımını %90 azaltırken, ürün verimini hassas uygulama ile korumaktadır. Bu sistemler, mevcut hassas püskürtme yaklaşımlarını aşarak tam saha yönetim otomasyonuna evrilmektedir.
- Özel ürün hasadı robotları pilot programlarda %15–20 verim artışı ve %25–30 maliyet düşüşü sağlamaktadır[828]. Tortuga AgTech'in çilek ve üzüm hasadı sistemleri "2024 Tarım Robotu" ödülüne layık bulunmuş ve yüksek değerli ürünlerde otonom hasadın uygulanabilirliğini kanıtlamıştır. Ticari ölçekte benimseme 2025–2027 yıllarında başlayacaktır; ardından temel ürünlerde de

[826] Roots Analysis. (2024). Tarımda Yapay Zekâ Pazar Büyüklüğü, Payı, Eğilimler ve İçgörüler Raporu, 2035 (*AI in agriculture market size, share, trends & insights report, 2035*) https://www.rootsanalysis.com/ai-in-agriculture-market (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[827] Fresh Consulting. (2024). Tarımda Robotlar: Çiftçiliğin Geleceğini Dönüştürmek (*Robots in agriculture: Transforming the future of farming*) https://www.freshconsulting.com/insights/blog/robots-in-agriculture-transforming-the-future-of-farming/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[828] Future Farming. (2024). 2024'ün En Çok Okunan 5 Field Robotu Makalesi (*2024 top 5: Most read articles on field robots*) https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/field-robots/2024-top-5-most-read-articles-on-field-robots/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

yaygınlaşması beklenmektedir.

- Lazer teknolojisini kullanan otonom yabani ot sistemleri, herbisit kullanımını tamamen ortadan kaldırmaktadır ve sürekli saha izleme yeteneği sunmaktadır. Görüntü işleme ve hassas hedefleme ile kimyasal uygulama olmadan yabani otları yok ederek hem verim hem çevresel fayda sağlamaktadır.

2.2.6.2.2 Yapay Zekâ Destekli Dikey Tarım Sistemlerinin Yaygınlaşması

- Dikey Tarım, ürünlerin geleneksel tarlalar yerine dikey olarak istiflenmiş katmanlarda yetiştirildiği modern bir tarım yöntemidir. Depolar, konteynerler gibi kontrollü iç mekânlarda çok katlı raflar şekinde uygulanır. -, minimal su kullanımıyla yıl boyu üretim sağlamaktadır. Erken hastalık tespiti ve büyüme aşaması optimizasyonu için tahmine dayalı analiz kullanarak kaynakları minimize ederken ürün verimini artırmaktadır. İç mekân tarımı teknolojileri pazarının 2024'te 37 milyar dolardan 2029'a kadar 68 milyar dolara ulaşması beklenmektedir[829]. Bu büyüme, sıcaklık, nem, CO_2 ve ışığı otomatik olarak yöneten YZ sistemlerinden kaynaklanmaktadır.
- İç mekân tarımı teknolojileri pazarının 2024'te 37 milyar dolardan 2029'a kadar 68 milyar dolara ulaşması beklenmektedir[830]. Bu büyüme, sıcaklık, nem, CO_2 ve ışığı otomatik olarak yöneten YZ sistemlerinden kaynaklanmaktadır.
- Oishii Farms, 250 otomatik raf üzerinde yılda 60 milyar veri noktası işleyerek kontrol edilen ortam tarımının veri yoğun doğasını göstermektedir.
- YZ destekli dikey tarım sistemleri, minimal su kullanımıyla yıl boyu üretim sağlamaktadır. Erken hastalık tespiti ve büyüme aşaması optimizasyonu için tahmine dayalı analiz kullanarak kaynakları minimize ederken ürün verimini maksimize etmektedir.
- 80 Acres Farms gibi firmalar Siemens'in dijital teknolojisiyle tam otomatik yetiştirme ortamları oluşturmaktadır[831].

---

[829] Vertical Farm Daily. (2024). Dikey Tarımda Kullanılan Yapay Zekâ Teknolojilerine Bakış (*A look at the AI technology involved in vertical farming*) https://www.verticalfarmdaily.com/article/9689695/a-look-at-the-ai-technology-involved-in-vertical-farming/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[830] Vertical Farm Daily. (2024). Dikey Tarımda Kullanılan Yapay Zekâ Teknolojilerine Bakış (*A look at the AI technology involved in vertical farming*) https://www.verticalfarmdaily.com/article/9689695/a-look-at-the-ai-technology-involved-in-vertical-farming/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[831] Siemens. (2023). 80 Acres Farms'ta İç Mekân Dikey Tarım (*Indoor vertical farming at 80 Acres Farms*) https://www.siemens.com/global/en/company/stories/industry/2023/vertical-farming-controlled-environment-agriculture-cea-digital-transformation-sustainability-80-acres-farms.html (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

2.2.6.2.3 Tarımda Yapay Zekâ Destekli Emisyon Yönetimi ve İklim Uyumu

- Illinois Üniversitesi ve Minnesota Üniversitesi, bireysel çiftliklerde sera gazı emisyonlarını ulusal ölçekte nicelendirilebilen ilk YZ sistemini geliştirmiştir[832]. Böylece karbon izleme ve depolama doğrulaması mümkün hale gelmektedir. Bu teknoloji, Tarım Araştırma Vakfı, DoE ve NSF tarafından desteklenmiş olup tarım sektöründe karbon kredisi piyasaları için ölçüm altyapısı sağlamaktadır.
- YZ destekli iklime adaptasyon araçları, WEF'in AI4AI programı gibi girişimlerle dağıtılmaktadır[833]; bu sistemler, tahmine dayalı analiz ve otomatik yanıt mekanizmaları aracılığıyla çiftçilerin değişen hava koşullarına uyumlanmasına yardımcı olmaktadır. 500.000 çiftçiye yayılması planlanmaktadır.
- USDA'nın 3 milyar dolarlık Partnerships for Climate-Smart Commodities programı, emisyon azaltımı ve karbon depolamayı destekleyen YZ çözümlerini içermektedir[834].

2.2.6.2.4 Yapay Zekâ ile İklim Şartlarına Dirençli Tarım Ürünleri Geliştirme

- CRISPR teknolojisi ile YZ'nin birleşimi, tahıl ıslahı programlarında devrim yaratabilecek fırsatlar sunmaktadır[835]. Mammoth Biosciences, YZ tabanlı metagenom keşfiyle yeni CRISPR proteinlerini belirlemektedir.
- Beam Therapeutics ise YZ destekli base editing ile hassas genetik modifikasyonlar gerçekleştirmektedir.

Uygulamalar; kuraklık, sıcaklık ve tuz toleranslılık geliştirme, verimi artırma gibi iklim dirençli ıslah amaçları içermektedir[836]. YZ sistemleri, belirli özellikler için en uygun gen hedeflerini öngörerek geleneksel ıslah programlarının zaman ve maliyetlerini

[832] Foundation for Food & Agriculture Research. (2024). Yapay Zekâ ve Süperbilgisayarlar Bireysel Çiftliklerin Sera Gazı Emisyonlarını Ölçebiliyor (*AI & supercomputing can quantify greenhouse gas emissions from individual farms*) https://foundationfar.org/impact/breakthroughs/new-study-shows-ai-supercomputing-can-quantify-greenhouse-gas-emissions-from-individual-farms/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[833] World Economic Forum. (Ocak 2025). Dijitalleşme ve Yapay Zekâ Yoluyla Yenileyici Tarım Sunumu (*Delivering regenerative agriculture through digitalization and AI*) https://www.weforum.org/stories/2025/01/delivering-regenerative-agriculture-through-digitalization-and-ai/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[834] USDA. (2024). İklime Akıllı Ürünler Ortaklık Proje Özetleri (*Partnerships for climate-smart commodities project summaries*) https://www.usda.gov/climate-solutions/climate-smart-commodities/projects (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[835] Labiotech. (2024). Yapay Zekâ + CRISPR: Biyoteknolojiyi Yeniden Tanımlayacak Patlayıcı Buluş (*AI + CRISPR: The explosive fusion that will redefine biotechnology*) https://www.labiotech.eu/in-depth/crispr-ai/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[836] Medium. (2024). Üretici Yapay Zekâ ile CRISPR Gen Düzenlemeyi Geliştirmek: Biyoteknolojide Bir Atılım (*Enhancing CRISPR gene editing with generative AI: A breakthrough in biotechnology*) https://medium.com/kinomoto-mag/enhancing-crispr-gene-editing-with-generative-ai-a-breakthrough-in-biotechnology-6b8797145528 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

düşürmektedir. Araştırma safhası 2026'da tamamlanacaktır; onaylı ürünler için 2028–2030 arasında ticari uygulama beklenmektedir.

2.2.6.3 Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Yapay Zekâ Vizyonu: Amaçlar, Mevcut Uygulamalar ve Gelecek Projeleri

Tarım ve Orman Bakanlığı, yaşlanan tarım nüfusu, iklim değişikliği ve çölleşme gibi büyük tehditlere karşı sürdürülebilir, verimli ve çevre dostu bir üretim modeline geçişi stratejik bir zorunluluk olarak görmekte; bu doğrultuda "akıllı tarım" ve "yapay zekâ destekli tarım teknolojileri" uygulamalarını merkezine almaktadır[837].

Bakanlığın genel hedefi, siber güvenliği güçlü, bilişim altyapısı sağlam, uzaktan algılama ve YZ destekli, bütünleşik dijital bir Tarım Bilgi Sistemi Modeli kurmaktır. Bu model, üretimden denetime, destek ödemelerinden planlamaya kadar tüm icrai faaliyetlerin veri temelli yönetilmesini amaçlamaktadır.

Mevcut Projeler: BTGM, TAGEM, TRGM iş birliğiyle;

1. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama

- Uydu Görüntüsü Tabanlı Ürün Deseni Tespiti: RGB-NIR ve NDVI (normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi) gibi spektrum analizleriyle tarım arazilerinin sınıflandırılması sağlanmakta, beyan edilen üretim desenleri doğrulanmaktadır.
- Ürün Sınıf Haritaları: Sentinel-2 uydusu ile yıl boyunca alınan çok zamanlı görüntüler işlenerek, belirli bölgelerde hangi ürünlerin yetiştirildiği tespit edilmekte ve bu veri planlı üretim, sözleşmeli üretim, stratejik planlama gibi alanlara entegre edilmektedir.
- Arazi Örtüsü Tespiti (CORINE Projesi): Avrupa çapında uygulanan bu projede, ülkemizdeki yüzey alanları açık kaynak uydu görüntüleri kullanılarak analiz edilmiş, sınıflandırma çalışmaları küresel bir bulut sağlayıcı platformda gerçekleştirilmiştir. Veri hassasiyeti nedeniyle işlem doğrudan dış kaynaklı GPU'larda yapılmıştır. Bu durum, kamu kurumlarının yüksek hesaplama gerektiren işlemlerde dış kaynakla çalışmasının bir örneğidir.

2. İşlenmeyen Arazilerin Tespiti ve Kiralanması

- Makine Öğrenmesi ve Gözetimsiz Sınıflandırma: 2023 yılında hayata geçirilen uygulamada, Avrupa Uzay Ajansı'nın Sentinel-2 verileri ve derin öğrenme

[837] Tarım ve Orman Bakanlığı, 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

teknikleriyle işlenmeyen tarım arazileri tespit edilmiştir. Denetimli ve gözetimsiz sınıflandırma tekniklerinin birlikte kullanıldığı bu modelle, tespit edilen araziler kiralama sürecine dahil edilmiştir. 2024 yılı için tekrar edilmesi planlanan bu çalışma, uygulamaya dönüşmüş ilk YZ projelerindendir.

3. Dikili Alan Kontrolü

- Arazi Eğimi Analizi: Dikili arazilerin %6 eğim altı bölgelerde olup olmadığı mevzuat gereği izlenmesi gerekmektedir. Harita Genel Müdürlüğü'nden alınan ortofotolar, ÇKS verileri ve model segmentasyonu ile uygunluk analizleri yapılmış, yeni dikim alanları için YZ destekli denetim sağlanmıştır.

4. Resmî Gazete İçeriği Özetleme Pilot Çalışması

- LLM Tabanlı Anlamsal İşleme: Bakanlık iç kaynaklarıyla geliştirilen bu model, günlük yayımlanan Resmî Gazete içeriklerini özetleyerek, diğer bakanlıklarca yayımlanan tarımla ilişkili mevzuatın anında takibini yapmayı mümkün kılmıştır. Bu, Bakanlığın doğal dil işleme teknolojilerini de etkin kullanmaya başladığının göstergesidir.

5. Süne Tahmin Uyarı Sistemi

- Yapay Zekâ ile Zararlı Tespiti: Türkiye'nin birçok bölgesinde tahıl üretimini tehdit eden süne zararlısının, dört yıldır aktif kullanılan YZ destekli bir modelle tahmini yapılmaktadır. İklim verileri esas alınarak zararlının ne zaman ve nerede yoğunlaşacağı öngörülmekte, önleyici ilaçlama planlamaları yapılmaktadır.

6. Bitki Hastalıklarının Görüntüyle Tanılanması

- Mobil/Web Uygulama Prototipi: Çiftçinin, bitkisinin yaprak veya meyve görüntüsünü cep telefonuyla çekerek sisteme yüklemesiyle, hastalık tanısının YZ tarafından konulması hedeflenmektedir. Sistem, görüntü işleme (computer vision) teknolojisi ile tarım danışmanlığı sürecini otomatikleştirmeye yöneliktir.

Gelecek Projeler ve Stratejik Planlar:

1. Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi

- Dünya Bankası Destekli Büyük Proje: TBS (Tarım Bilgi Sistemi), HBS (Hayvan Bilgi Sistemi) ve CBS baştan aşağıya YZ destekli biçimde yeniden yapılandırılacaktır. Bu sistemlerin veri güvenliği, siber mukavemeti ve karar destek mekanizmaları güçlendirilecektir.

2. İklim Akıllı Tarım Teknolojilerinin Uygulanmasının Teşviki

- 40 Milyon Dolar Bütçeli Hibe Programı: Doğrudan çiftçiye veya çiftçi örgütlerine yönelik %75 hibe desteği sağlanacak, bu destekle akıllı tarım teknolojilerinin küçük

ve orta ölçekli işletmelere entegrasyonu sağlanacaktır. Hedef, kârlılığı artırmak ve çevresel etkileri azaltmaktır.

3. Tarım Teknolojilerinde Belirlenmiş Geliştirme Alanları

- Akıllı Sulama Sistemleri: Su kaynaklarının etkin kullanımı için iklim, toprak nemi ve bitki ihtiyacına göre çalışan sistemler.
- Drone ve Uydu ile Tarla Analizi: Ürün gelişimi, hastalık ve zararlı takibi, rekolte tahmini gibi alanlarda görüntü işleme destekli analizler.
- Tarım Robotları ve Otonom Sistemler: Yabani ot temizleme, hasat, ilaçlama gibi süreçlerde görev alacak robotik sistemler.
- Akıllı Sera Yönetimi: Sıcaklık, nem, ışık gibi parametrelerin otomatik izlenmesi ve yönetilmesiyle üretimde optimizasyon.
- Karbon Ayak İzi İzleme: Üretim sürecinde oluşan emisyonların izlenmesi ve sürdürülebilirlik sertifikasyonu altyapısı.
- Dijital Tarım Danışmanı ve Geleceği Gören Çiftçi Modeli: YZ destekli dijital danışmanlar aracılığıyla bilgiye erişim ve öngörülü karar destek sistemleri.

4. Dijital İklim Akıllı Tarım Teknolojilerinin Yaygınlaştırılması Projesi (12. Kalkınma Planı)

- Yüksek Teknoloji Tarım Makineleri için Hibe Desteği: Modern makineleşmeyi desteklemek üzere, üreticiye yönelik yatırım destekleri sağlanacaktır.
- Ürün Doğrulama Sistemleri: Tarımsal ürünlerin izlenebilirliğini artırmak amacıyla coğrafi ve biyometrik doğrulama sistemleri kurulacaktır.

Tarım ve Orman Bakanlığı, yalnızca teknolojiyi kullanan değil, teknoloji üreten, yöneten ve stratejik planlamaya entegre eden bir kurum olmayı hedeflemektedir. YZ ve büyük veri, gelecekteki sürdürülebilir tarımın temel yapı taşlarını oluşturacak; çevreci, verimli ve rekabetçi bir üretim modeli bu sayede mümkün olacaktır.

2.2.6.4 Yapay Zekânın Tarım Sektörü İçin Oluşturduğu Tehditler

Akademik araştırmalar, YZ'nin tarımsal sistemler için ciddi tehditler oluşturduğunu ortaya koymaktadır; 2030 yılına kadar 5,4 milyon gıda hizmeti çalışanının iş kaybı, 2024'te 212 belgelenmiş fidye yazılımı saldırısı ve kısa vadeli verimi uzun vadeli sürdürülebilirliğin önüne alan aşırı optimizasyon gibi riskler[838] bulunmaktadır. Bu belgelenmiş zararlar, YZ'nin

[838] University of Notre Dame. (2024). Yapay Zekânın Tarım ve Gıda Hizmetlerine Etkisi (İşgücü Piyasalarına Odaklanarak) (*The impact of artificial intelligence on agriculture and food services (focus on labor markets)*)

mevcut tarımsal eşitsizlikleri derinleştirmesini önlemek adına acil politika müdahaleleri gerektirmektedir[839].

2.2.6.4.1 Tarım Sektörü Mensupları İçin Tehditler

- Notre Dame Üniversitesi verileri, YZ'nin gıda hizmetlerinde çalışma saatlerinin %35'ini otomatikleştirme potansiyeli taşıdığını; bu durumun 2030'da yaklaşık 5,4 milyon tam zamanlı pozisyona eşdeğer olduğunu göstermektedir[840]. Yüksek beceri gerektiren pozisyonlara geçiş için üniversite diplomasına sahip olmadıklarından özellikle mevsimlik, göçmen ve azınlık gruplar bu etkiyle daha çok zarar görmektedirler.
- Yüksek uygulama maliyetleri, küçük ölçekli çiftçileri teknolojiden dışlamaktadır ve pazar yoğunlaşması riskini artırmaktadır[841]. Küresel Değişim Enstitüsüne (Institute for Global Change) göre tarım sektörlerinde yılda 60.000 ila 275.000 iş kaybı zirve yaparken, yıllık 450.000–500.000 dolar seviyesindeki otomasyon maliyeti küçük çiftçiler için erişilemez olmaktadır. Bu durum, tarımsal üretimin büyük tarımsal işletmelerde (agribusiness) toplanmasına yol açmaktadır
- Veri sahipliği konusundaki endişeler ekonomik kırılganlığı daha da artırmaktadır[842]. Tarım hukuku araştırmaları, çiftçilerin topladıkları veriler üzerinde mülkiyet hakkının teknoloji sağlayıcılarına geçebileceği konusunda uyarmaktadır. Çoğu çiftçi, farkında olmadan veriyi teknoloji firmalarına devreden anlaşmalar imzalamakta; bu durum çiftçi özerkliğini azaltırken sistem bağımlılığını artırmaktadır.

2.2.6.4.2 Dijital Teknolojiler Kaynaklı Tehditler

- Gıda ve Tarım Bilgi Paylaşım ve Analiz Merkezine (Food and Agriculture

https://aegai.nd.edu/latest/the-impact-of-artificial-intelligence-on-agriculture-and-food-services-focus-on-labor-markets/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[839] Taylor & Francis Online. (2022). Tarımda Yapay Zekânın Risklerini Yönetmek (*Managing the risks of artificial intelligence in agriculture*) https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/27685241.2021.2008777 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[840] University of Notre Dame. (2024). Yapay Zekânın Tarım ve Gıda Hizmetlerine Etkisi (İşgücü Piyasalarına Odaklanarak) (*The impact of artificial intelligence on agriculture and food services (focus on labor markets)*) https://aegai.nd.edu/latest/the-impact-of-artificial-intelligence-on-agriculture-and-food-services-focus-on-labor-markets/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[841] BPM. (2024). Tarımda Yapay Zekâ: Artıları, Eksileri ve Öne Çıkmak İçin Nasıl Hazırlanmalı (*AI in agriculture: Pros, cons and how to stay ahead*) https://www.bpm.com/insights/ai-in-agriculture/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[842] Centre for International Governance Innovation. (2023). Çiftlik Verisi Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Yasaları (*Farm data ownership and intellectual property laws*) https://www.cigionline.org/publications/farm-data-ownership-and-intellectual-property-laws/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

Information Sharing and Analysis Center) göre tarım odaklı fidye yazılımları (ransomware) vakaları 2023'te 167 iken 2024'te 212'ye yükselmiştir; bu, %27 oranında artış anlamına gelmektedir[843] [844]. Öne çıkan vakalar arasında 2021'de JBS Foods saldırısı ve Ocak 2025'te ABD'de hassas tarım parçası üreten bir firmada yaşanan 134 GB veri sızıntısı yer almaktadır.

- Tarım sistemleri zayıf siber güvenlik altyapısı nedeniyle özellikle savunmasız; pek çok IoT cihazının varsayılan şifre kullandığı ve şirketler arasında paylaşılan giriş bilgileri olduğu tespit edilmiştir[845]. Modern tarım sistemlerinin birbirine bağlı yapısı, tek bir güvenlik açığının tüm tedarik zinciri boyunca yayılmasına neden olabilmektedir
- YZ sistemleri için veri zehirleme (data poisoning) gibi yeni saldırı vektörleri de ortaya çıkmıştır[846]. ScienceDirect hizmet engelleme (DoS) ve kötü amaçlı yazılım saldırılarının akıllı tarım sistemleri için başlıca tehditler olduğunu belirtmektedir; sensörlerin dağınık yapısı güvenlik izlemesini zorlaştırmaktadır.
- Cambridge Üniversitesi Risk Araştırmaları Merkezi'nin Doğa Makine Zekâsında (Nature Machine Intelligence) yayımlanan çalışması, kısa vadeli verim odaklı YZ sistemlerinin ekosistemleri "zehirleyebileceği", toprak ve su kirliliğine yol açabileceğini ifade etmektedir[847].
- Biyoçeşitlilik kaybı uzun vadeli sistemik bir risk oluşturmaktadır[848]. YZ sistemleri tek tip ürünler tercih ederek ölçülebilir verimi artırmayı hedeflese de iklim uyum yeteneğini sağlayan genetik çeşitliliği azaltmaktadır.

---

[843] ShardSecure. (2024). Tarımda Veri Güvenliği: Altı Şaşırtıcı Gerçek (*Data security in agriculture: Six surprising facts*) https://shardsecure.com/blog/data-security-agriculture (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[844] Cybersecurity Guide. (2024). Gıda ve Tarım Dijital Savunma: Siber Güvenlik Tehditleriyle Mücadele (*Food & agriculture digital defense: Tackling cybersecurity threats*) https://cybersecurityguide.org/industries/food-and-agriculture/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[845] Orange Hello Future. (2024). Tarımın Karşılaştığı Siber Güvenlik Risklerini Modellendirmek (*Modelling the cybersecurity risks faced by agriculture*) https://hellofuture.orange.com/en/agtech-agricultural-iot-and-the-threat-of-cyberattacks-how-should-the-risks-be-modelled/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[846] Taylor & Francis Online. (2022). Tarımda Yapay Zekânın Risklerini Yönetmek (*Managing the risks of artificial intelligence in agriculture*) https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/27685241.2021.2008777 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[847] University of Cambridge. (23 Şubat 2022). Gıda Üretiminde Yapay Zekâ Kullanımının Riskleri Önemlidir ve Göz Ardı Edilmemelidir (*Risks of using AI to grow our food are substantial and must not be ignored, warn researchers*) https://www.cam.ac.uk/research/news/risks-of-using-ai-to-grow-our-food-are-substantial-and-must-not-be-ignored-warn-researchers (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[848] ScienceDirect. (2024). Tek Tip Tarım: Gıda Güvenliğini Sağlamada Bir Zorluk (*Monoculture of crops: A challenge in attaining food security*) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452263524000168 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

2.2.6.4.3 Kırsal Kesimdeki Dijital Altyapı Eksiklikleri ve Sosyal Etkileri

- Harvard İleri Liderlik Girişimi (Harvard Advanced Leadership Initiative) çalışması küçük çiftçilerin YZ teknolojilerine erişimini engelleyen yetersiz dijital altyapı, hizmet ve eğitim nedeniyle "dijital uçurum" yaşandığını kayıt altına almaktadır. WEF verileri, 2,6 milyar insanın internet erişimi olmadığını ve kırsal tarım topluluklarının bu sorundan daha fazla etkilendiğini vurgulamaktadır[849].
- YZ sistemlerinin çoğunlukla Batılı büyük tarım işletmelerinin verileriyle eğitilmesi, Küresel Güney çiftçilerinin ihtiyaç ve bağlamlarını yansıtmayabilmektedir[850]. Cambridge çalışmaları, dijital dışlanmanın küçük ölçekli üreticiler ile ticari çiftçiler arasındaki uçurumu genişletebileceğini belirtmektedir.
- Geleneksel tarım bilgisinin kaybı maddi olmayan ama önemli bir zarardır. Yerel bilgiden yoksun eğitim verisi kullanılan YZ sistemleri, kültürel bağlamda çeşitliliğe hizmet edemeyebilmektedir.

2.2.6.4.4 Tarımsal YZ Teknolojilerinde Mevzuat ve Standardizasyon Sorunları

- Mevcut hukuki çerçevelerin YZ'ye özgü tarımsal risklerin çoğuna yeterince yanıt vermediği ileri sürülmektedir[851]. Uluslararası Yönetim İnovasyonu Merkezi (Centre for International Governance Innovation), ham verinin patent kriterlerine uymaması nedeniyle veri mülkiyetinin korunamadığını; telif hakkı korumasının da geçerli yasalar altında mümkün olmadığını belirtmektedir.
- Algoritmik önyargı, büyük ticari çiftliklerden elde edilen verilerle eğitilen YZ sistemlerinin küçük veya çeşitli işletmelere yanlış öneriler sunmasına neden olmaktadır. Keymakr araştırması, seçim ve ölçüm önyargılarının "kötü tavsiye", daha düşük verim, daha yüksek maliyet ve çevresel zarar gibi sonuçlara yol açtığını göstermiştir[852].

---

[849] World Economic Forum. (Ocak 2025). Zekâ Çağına Girerken Dijital Uçurumu Kapatmak (*Closing the digital divide as we enter the Intelligent Age*) https://www.weforum.org/stories/2025/01/digital-divide-intelligent-age-how-everyone-can-benefit-ai/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[850] University of Cambridge. (23 Şubat 2022). Gıda Üretiminde Yapay Zekâ Kullanımının Riskleri Önemlidir ve Göz Ardı Edilmemelidir (*Risks of using AI to grow our food are substantial and must not be ignored, warn researchers*) https://www.cam.ac.uk/research/news/risks-of-using-ai-to-grow-our-food-are-substantial-and-must-not-be-ignored-warn-researchers (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[851] Centre for International Governance Innovation. (2023). Çiftlik Verisi Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Yasaları (*Farm data ownership and intellectual property laws*) https://www.cigionline.org/publications/farm-data-ownership-and-intellectual-property-laws/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[852] Keymakr. (2024). Tarımda Veri Önyargısı: Adalet ve Sürdürülebilirliği Sağlamak (*Data bias in AI agriculture: Ensuring fairness & sustainability*) https://keymakr.com/blog/data-bias-in-ai-agriculture-ensuring-fairness-and-sustainability/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

- Kaliforniya Üniversitesi tarafından yürütülen sorumlu YZ araştırmaları, "standartlar, etik ilkeler ve araştırmacılar, fon sağlayıcılar ve gıda sistemi paydaşlarının çıkarlarının uyumlu olmayabileceğini" vurgulamaktadır[853]. Bu uyumsuzluk, YZ uygulamalarının yeterli gözetim ya da hesap verebilirlik mekanizmaları olmadan yayılmasına imkân tanımaktadır.

2.2.6.5 Tarımsal Yapay Zekâ Uygulamalarında Fırsat ve Risk Yönetimi

Politika yapıcılar, stratejik altyapı yatırımları, hedefli finansal teşvikler, kapsamlı iş gücü geliştirme ve uluslararası iş birliği çerçeveleri yoluyla YZ'nin dönüştürücü potansiyelini şimdiden hızlandırabilir; aynı zamanda çiftlik ölçekleri ve coğrafi bölgeler arasında adil erişimi temin edebilir. Ekonomik, çevresel bozulma ve sosyal dışlanma gibi YZ'nin tarım üzerindeki riskleri; kapsamlı düzenleyici yapılar, güçlü güvenlik standartları ve savunmasız tarım toplulukları için koruyucu önlemlerle proaktif şekilde ele alınmalıdır.

- Hükümetler, tarıma özgü YZ kılavuzları geliştirmeli; bu çerçeveler geliştiriciler ve uygulayıcılar için netlik sağlamanın yanı sıra yenilikçi çözümleri teşvik edici olmalı. YZT, tarımsal uygulamalara uygulanabilecek risk bazlı sınıflandırma sistemi örneği sunsa da gerçek tarım makineleri pratiklerine uyarlanması gereklidir[854].
- Tarımsal işgücünün YZ sistemleriyle etkin çalışabilmesi için kapsamlı yeniden eğitim programları gereklidir. Çiftçiler, yayımcılar ve tarım profesyonelleri için teknik becerileri ve stratejik karar alma süreçlerini kapsayan eğitimler sunulmalıdır. Notre Dame Üniversitesi'nin araştırması, 2030 yılına kadar 5,4 milyon gıda servisi işinin riske girdiğini göstermektedir; bu nedenle yeniden eğitim programları, geçici gelir desteği ve iş yerleştirme hizmetleri devreye alınmalıdır.
- YZ'nin yüksek uygulama maliyetleri, birçok çiftçiyi YZ fırsatlarından mahrum bırakmaktadır. Devletler; düşük faizli krediler, hibeler ve kiralama programları gibi finansman araçlarını küçük ve orta ölçekli çiftliklere öncelik vererek oluşturmalıdır.
- Cambridge Üniversitesi tarafından vurgulanan "aşırı optimizasyonun ekosisteme zarar verebileceği" uyarıları dikkate alınarak, büyük ölçekli tarım YZ projeleri için

[853] Springer. (2023). "Sorumlu Yapay Zekâ" Kimden Sorumlu?: Tarım ve Gıda Sistem Teknolojilerinde Güven İnşa Etme Mücadelesi (*Who is responsible for 'responsible AI'?: Navigating challenges to build trust in AI agriculture and food system technology*) https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-023-10063-3 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[854] European Commission. (2024). AI Act | Avrupa'nın Dijital Geleceğini Şekillendirmek (*AI Act | Shaping Europe's digital future*) https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

çevresel etki değerlendirmeleri zorunlu hale getirilmelidir[855]. Kısa vadeli verim kazanımları yanında uzun vadeli çevresel etkiler de YZ sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasında değerlendirilmelidir.

- Kırsal bölgelerde yüksek hızlı internet altyapısı, YZ'nin benimsenmesinin temelidir. Özellikle kırsal tarım topluluklarının bu durumdan daha fazla etkilendiği bilinmektedir[856]. Devletler, tarıma özgü dijital altyapı programları planlamalıdır.
- Harvard İleri Liderlik Girişiminin (Harvard Advanced Leadership Initiative) belirttiği gibi küçük ölçekli çiftçiler dijital erişimde ciddi eşitsizliklerle karşı karşıyadır[857]. Bu nedenle küçük çiftçiler ve marjinal tarım toplulukları için evrensel teknoloji erişim programları oluşturulmalıdır[858].
- Tarım YZ'sinin veri sömürüsüne yol açma potansiyeli ve teknoloji bağımlılığı risklerini ele alacak uluslararası yönetişim yapıları desteklenmelidir. Gelişmekte olan ülkelerin veri egemenliğini koruyarak YZ uygulamalarına erişmesini sağlayan teknoloji transferi anlaşmaları teşvik edilmelidir.
- Su tasarrufu, pestisit azaltımı veya verim artışı gibi ölçülebilir sonuçlara dayalı performansa bağlı teşvik programları oluşturulmalı; bu teşvikler mevcut çevre koruma programları ve düzenleyici uyum koşullarıyla bütünleştirilmelidir[859].
- Mono-kültür yayılımını teşvik eden (ve genetik çeşitliliği zayıflatan) YZ sistemleri için biyolojik çeşitlilik koruma gereklilikleri oluşturulmalıdır[860]. Agroekolojik uygulamaları ve polikültür sistemleri destekleyen YZ uygulamalarına teşvikler verilmelidir.
- Teknoloji şirketlerinin veri sömürüsünü engelleyecek veri egemenliği korumaları hayata geçirilmelidir. Tarımsal veri sahipliğini açıkça tanımlayan ve YZ sistemlerinde veri toplama ile kullanım için açık onay gerektiren yasal çerçeveler

[855] University of Cambridge. (23 Şubat 2022). Gıda Üretiminde Yapay Zekâ Kullanımının Riskleri Önemlidir ve Göz Ardı Edilmemelidir (*Risks of using AI to grow our food are substantial and must not be ignored, warn researchers*) https://www.cam.ac.uk/research/news/risks-of-using-ai-to-grow-our-food-are-substantial-and-must-not-be-ignored-warn-researchers (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[856] World Economic Forum. (Ocak 2025). Zekâ Çağına Girerken Dijital Uçurumu Kapatmak (*Closing the digital divide as we enter the Intelligent Age*) https://www.weforum.org/stories/2025/01/digital-divide-intelligent-age-how-everyone-can-benefit-ai/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[857] a.g.e.

[858] a.g.e.

[859] USDA. (2024). İklime Akıllı Ürünler Ortaklık Proje Özetleri (*Partnerships for climate-smart commodities project summaries*) https://www.usda.gov/climate-solutions/climate-smart-commodities/projects (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[860] ScienceDirect. (2024). Tek Tip Tarım: Gıda Güvenliğini Sağlamada Bir Zorluk (*Monoculture of crops: A challenge in attaining food security*) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452263524000168 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

oluşturulmalıdır[861].

- Geleneksel bilgi ve yerel tarım uygulamalarını içerecek kültürel açıdan uygun YZ sistemleri geliştirilmeli; yalnızca Batılı ticari modellerin dayatılmasından kaçınılmalıdır. Küçük çiftlikler için algoritmik yanlılığı önleyecek şekilde çeşitli tarım sistemlerini kapsayan eğitim veri setleri desteklenmelidir[862].
- Tarımsal karar verme süreçlerinde kullanılan YZ sistemleri için şeffaflık ve algoritmik sorumluluk zorunlu tutulmalıdır. Düzenli önyargı (bias) denetimleri, açıklanabilir YZ modelleri ve tarım kullanıcılarının önerilere itiraz edebileceği itiraz süreçleri kurulmalıdır[863].
- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) gibi uluslararası kuruluşlar aracılığıyla tarım YZ'sine özel güvenlik ve etik standartlar geliştirilmelidir. FAO'nun Roma Yapay Zekâ Etiği Çağrısı (Rome Call for AI Ethics) girişimi desteklenerek tarımsal YZ uygulamaları için özellikli yönergeler oluşturulmalıdır[864].

Çeşitli kaynaklardan yapılan önerilerin yanı sıra şu öneriler de değerlendirilebilir;

- Birden fazla küçük çiftliğin ortak YZ sistemlerini paylaşabileceği kooperatif satın alma ve işletme modelleri kurulmalı; bu sayede maliyet paylaşımıyla erişim kolaylaştırılmalıdır.
- Kamu-özel sektör iş birliği ile mesleki eğitim ve staj programları oluşturulmalı; çalışanların YZ sistemleriyle uygulamalı deneyim kazanması sağlanmalıdır. Ayrıca çiftçiler arası bilgi paylaşımı için mentorluk programları düzenlenmeli, yaşlı çiftçilerin teknolojiye adaptasyonu kolaylaştırılmalıdır. YZ otomasyonu nedeniyle işsiz kalabilecek tarım çalışanları için kapsamlı iş gücü geçiş programları oluşturulmalıdır.
- Ulusal YZ düzenlemeleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilecek ticari çatışmaları önleyici mekanizmalar (örneğin karşılıklı tanıma anlaşmaları)

[861] Centre for International Governance Innovation. (2023). Çiftlik Verisi Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Yasaları (*Farm data ownership and intellectual property laws*) https://www.cigionline.org/publications/farm-data-ownership-and-intellectual-property-laws/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[862] Keymakr. (2024). Tarımda Veri Önyargısı: Adalet ve Sürdürülebilirliği Sağlamak (*Data bias in AI agriculture: Ensuring fairness & sustainability*) https://keymakr.com/blog/data-bias-in-ai-agriculture-ensuring-fairness-and-sustainability/ (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[863] Springer. (2023). "Sorumlu Yapay Zekâ" Kimden Sorumlu?: Tarım ve Gıda Sistem Teknolojilerinde Güven İnşa Etme Mücadelesi (*Who is responsible for 'responsible AI'?: Navigating challenges to build trust in AI agriculture and food system technology*) https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-023-10063-3 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

[864] ISO. (2023). ISO/IEC 42001:2023 – Yapay Zekâ Yönetim Sistemleri (*ISO/IEC 42001:2023 - AI management systems*) https://www.iso.org/standard/42001 (Erişim Tarihi: 30.07.2025)

geliştirilmelidir. Bu sayede yüksek güvenlik standardı korunurken uluslararası ticaret kolaylaştırılabilir.

- Tarım YZ teknolojilerinde piyasa yoğunlaşmasını engellemek için antitröst düzenlemeleri uygulanmalı; tarım verileri ve YZ hizmetlerinin tekelleşmesi önlenmelidir.
- YZ sorumluluğun netleştiği sorumluluk çerçeveleri oluşturulmalı; çiftçi, teknoloji sağlayıcı ve üretici arasında adil sorumluluk ve yükümlülük dağılımı yapılmalıdır. Sistem hatalarının çiftçiye haksız yük bindirmemesini sağlayacak sigorta yapıları oluşturulmalıdır.
- YZ tarım sistemlerine sürdürülebilirlik ölçütleri entegre edilmeli; verimlilik ile çevre koruması arasında denge sağlanmalıdır. Pestisit kullanımı, su tüketimi, toprak sağlığı ve biyoçeşitlilik etkileri gibi performans göstergeleri raporlanmalıdır.

Bu öneriler, yapay zekânın tarımda sunduğu fırsatlardan yararlanılmasını sağlarken olası riskleri yönetmeyi amaçlamaktadır.

2.3 BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK KAZANIMLAR

YZ 21. yüzyılın en dönüştürücü teknolojilerinden biri olarak Dördüncü Sanayi Devrimi'nin temel taşı haline gelmiştir. Buhar makinesi, elektrik veya internet gibi önceki genel amaçlı teknolojiler gibi, YZ de ekonomileri, endüstrileri ve toplumları temelden yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Ancak YZ'nin etkisi, önceki teknolojilerden daha hızlı ve daha derin olma potansiyeli taşımaktadır. Bunun nedeni, YZ'nin sadece mevcut süreçleri iyileştiren veya otomatize eden bir araç olmanın ötesine geçerek, insan zekâsının en temel yetkinliklerinden olan öğrenme, akıl yürütme, problem çözme ve yaratıcılık gibi alanlara dokunmasıdır.

Bu dönüşümün en belirgin yaşandığı alanlardan birisi bilim ve teknoloji dünyasıdır. Geleneksel bilimsel metodoloji, yüzyıllardır hipotez kurma, deney yapma, veri toplama ve sonuçları analiz etme gibi adımlardan oluşan doğrusal bir sürece dayanmaktaydı. YZ, bu sürecin her bir halkasını yeniden tanımlayarak bir paradigma değişimi yaratmaktadır. Artık YZ, sadece bir analiz aracı değil, aynı zamanda hipotez üreten, deney tasarlayan, devasa veri setlerindeki gizli örüntüleri keşfeden ve hatta bilimsel makalelerin yazımına yardımcı olan bir "araştırma ortağı" konumuna yükselmektedir. Bu yeni paradigma, "Bilim için Yapay Zekâ" (AI for Science- AI4S) olarak da adlandırılmakta ve bilimsel keşif sürecinin kendisini yeniden

icat etmektedir.[865]

2.3.1 Bilimsel Araştırma Süreçlerinin Yapay Zekâ ile Dönüşümü

YZ, bilimsel araştırmanın fikir aşamasından yayın aşamasına kadar uzanan tüm yaşam döngüsünü temelden dönüştürmektedir. Geleneksel olarak aylar, hatta yıllar süren meşakkatli süreçler, YZ destekli araçlar sayesinde haftalara veya günlere indirgenmektedir. Bu bölümde, YZ'nin bir araştırmacının yolculuğunun her adımında nasıl bir rol oynadığı ve bu sürecin doğasını nasıl yeniden şekillendirdiği detaylandırılmaktadır. YZ, artık sadece bir analiz aracı değil, aynı zamanda araştırmacının verimliliğini artıran, yaratıcılığını tetikleyen ve keşif sürecini hızlandıran vazgeçilmez bir ortak haline gelmektedir.

2.3.1.1 Bilgi Keşfi ve Literatür Sentezi: Yapay Zekâ Destekli Araştırma Asistanları

Bilimsel bir çalışmanın temel taşı olan literatür taraması, geleneksel yöntemlerle yapıldığında son derece zaman alıcı ve kapsamlı bir çaba gerektirir. Araştırmacılar, ilgili makaleleri bulmak, okumak, özetlemek ve aralarındaki ilişkileri kurmak için haftalarını harcayabilirler. 2023 ve sonrasında yaygınlaşan YZ destekli araştırma asistanları, bu süreci kökten değiştirerek otomatize etmekte ve önemli bir verimlilik artışı sağlamaktadır. Bu amaçla kullanılan araçlar, basit anahtar kelime eşleştirmesinin çok ötesine geçerek, doğal dil işleme (NLP) ve büyük dil modelleri (LLM'ler) sayesinde makaleler arasındaki anlamsal ilişkileri anlama yeteneğine sahiptir. Örneğin, bir araştırmacı bu platformlara sadece bir anahtar kelime değil, tam bir araştırma sorusu girebilir. Platform, bu soruya yanıt verebilecek yüzlerce makaleyi saniyeler içinde tarar ve sonuçları özetlenmiş bir tablo halinde sunar.[866] Bu tablolar genellikle çalışmanın temel bulgularını, kullanılan metodolojiyi ve örneklem büyüklüğünü içerir. Araştırmacının saatler sürecek bir okuma yapmadan, bir makalenin kendi çalışmasıyla ne kadar ilgili olduğunu hızla değerlendirmesine olanak tanır.

Bu platformların bir diğer önemli yeteneği, atıfları analiz etme biçimidir. Örneğin, Scite.ai gibi araçlar, bir makalenin başka çalışmalar tarafından nasıl atıflandığını analiz eder

[865] Zhang, X., Carleo, G., Carrasquilla, J., Zdeborová, L., ve Tocchio, L. F. (2025). Artificial intelligence for science in quantum, atomistic, and continuum systems (arXiv preprint No. 2307.08423). arXiv. https://arxiv.org/abs/2307.08423.

[866] Office of Teaching, Learning ve Technology, University of Iowa. (2024). AI-assisted literature reviews. University of Iowa. https://teach.its.uiowa.edu/news/2024/03/ai-assisted-literature-reviews. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ve bu atıfları "destekleyici," "çelişen" veya "bahseden" olarak sınıflandırır.[867] Bu özellik, bir araştırmacının bir teorinin veya bulgunun bilim camiasındaki geçerliliğini ve tartışmalı yönlerini çok hızlı bir şekilde anlamasını sağlar. Geleneksel yöntemde bu tür bir analizi yapmak, atıf zincirlerini manuel olarak takip etmeyi gerektirir ki bu da oldukça zordur.

Büyük Dil Modelleri (LLM'ler), bu sürecin potansiyelini daha da ileri taşımaktadır. Milyonlarca bilimsel makaleden oluşan devasa veri kümeleri üzerinde eğitilen bu modeller, mevcut bilgi boşluklarını, yükselen araştırma trendlerini ve hatta potansiyel yeni hipotez alanlarını belirleyebilir.[868] Bu kabiliyetiyle özellikle disiplinlerarası çalışmalarda büyük bir avantaj sağlar. Örneğin, bir biyoloğun, kendi alanındaki bir problemi çözmek için malzeme bilimindeki veya bilgisayar bilimindeki en son gelişmelerden haberdar olması normalde zordur. LLM destekli araçlar, bu tür disiplinlerarası bağlantıları kurarak, bir alandaki uzmanın farklı bir alandaki ilgili literatürü hızla keşfetmesine ve yenilikçi çözümler üretmesine yardımcı olabilir.

Ancak bu güçlü araçların kullanımı, beraberinde önemli riskleri de getirmektedir. En bilinen risklerden biri, YZ modellerinin "halüsinasyon" veya "konfabülasyon" olarak adlandırılan, yani gerçekte var olmayan bilgiler veya referanslar üretme eğilimidir.[869] Bir LLM, son derece ikna edici bir dille, aslında hiç yazılmamış bir makaleye atıfta bulunabilir veya mevcut bir makalenin bulgularını yanlış özetleyebilir. Bu nedenle, YZ araçlarının ürettiği özetlerin, bulguların ve referansların doğruluğunun insan araştırmacılar tarafından titizlikle kontrol edilmesi mutlak bir zorunluluktur. YZ, güçlü bir asistan olabilir ancak nihai doğrulama ve eleştirel değerlendirme sorumluluğu daima araştırmacının kendisindedir.

YZ'nin bilgi bulma ve sentezleme görevlerini üstlenmesiyle, araştırmacının en değerli yetkinliği, doğru ve yenilikçi soruları sorma ve YZ'nin çıktılarını eleştirel bir şekilde değerlendirme becerisi haline gelmektedir. Geçmişte, bir araştırmacının değeri büyük ölçüde sahip olduğu bilgi birikimi ve literatüre hakimiyeti ile ölçülürken, YZ bu bilgiye erişimi metalaştırmakta ve demokratikleştirmektedir.[870] Artık önemli olan, bu devasa bilgi havuzundan neyin, nasıl çekileceğidir. Etkili bir YZ kullanımı, doğru "prompt (istem)" yazım

[867] Scite.ai. (2025). A new way to discover and understand scientific knowledge. https://scite.ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[868] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[869] Resnik, D. B., ve Hosseini, M. (2024). The ethics of using artificial intelligence in scientific research: New guidance needed for a new tool. AI Ethics, 5(2), 1499–1521. https://doi.org/10.1007/s43681-024-00493-8.
[870] Delfino, J. (2023). AI-driven research and development: A paradigm shift in innovation. R ve D World. https://www.rdworldonline.com/ai-driven-research-and-development-a-paradigm-shift-in-innovation. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

becerisini gerektirir. Bir araştırmacının, "Bana X konusunda bilgi ver" gibi genel bir komut yerine, "X ve Y arasındaki çelişkili bulguları, Z teorisi çerçevesinde ve son 2 yılda yayınlanan, örneklem büyüklüğü 500'den fazla olan çalışmalarla sınırlandırarak analiz et" gibi sofistike ve katmanlı bir sorgu oluşturma becerisi, elde edilecek içgörünün kalitesini doğrudan belirler. Bu durum, araştırmacıların odağını "bilgi ezberlemekten" "problem formülasyonuna" ve "eleştirel sorgulamaya" kaydırmaktadır ve geleceğin bilim insanı profilini ve dolayısıyla akademik eğitim müfredatlarını temelden etkileyecek bir değişime işaret etmektedir.

2.3.1.2 Hipotez Üretimi ve Otonom Deney Tasarımı

Bilimsel keşfin kalbinde yer alan hipotez üretimi, geleneksel olarak araştırmacının sezgisine, derin alan bilgisine ve mevcut literatürdeki boşlukları fark etme yeteneğine dayanır. YZ, bu sürece nicel ve veri güdümlü bir boyut ekleyerek hipotez üretimini dönüştürmektedir. YZ, insan zihninin işleyemeyeceği kadar büyük ve karmaşık veri setlerindeki gizli kalmış, doğrusal olmayan korelasyonları ve örüntüleri tespit ederek, daha önce düşünülmemiş veya gözden kaçırılmış bilimsel hipotezlerin ortaya çıkmasını sağlayabilir.[871]

McKinsey tarafından yapılan bir analiz, üretken YZ modellerinin bu alandaki potansiyelini çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu modellere göre, YZ, insan araştırmacıların kendi eğitimleri, deneyimleri ve bilişsel önyargılarından kaynaklanan kısıtlamaların ötesine geçebilir. Bir başka deyişle, YZ, "kutunun dışında düşünerek" daha önce akla gelmemiş tasarım adayları (örneğin, yeni bir kimyasal bileşik, farklı bir protein yapısı veya yenilikçi bir malzeme konfigürasyonu) üretebilir ve bu anlamda "daha yaratıcı" olabilir.[872] YZ sadece mevcut bilgiyi sentezlemekle kalmayıp, aynı zamanda tamamen yeni ve özgün fikirler de üretebilmektedir.

Hipotez üretildikten sonraki adım olan deney tasarımı da YZ tarafından otomatize edilmektedir. "Deney Tasarımı" (Design of Experiments- DOE), bir deneyde hangi faktörlerin hangi seviyelerde test edileceğini belirleyerek en az kaynakla en fazla bilgiyi elde etmeyi amaçlayan istatistiksel bir yaklaşımdır. Geleneksel DOE süreçleri manuel ve karmaşık olabilir. Alchemy gibi YZ platformları, bu süreci otomatikleştirerek araştırmacılar için devrim

[871] Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., … Ouyang, W. (2025). AI-driven automation can become the foundation of next-era science of science research (arXiv preprint No. 2505.12039). arXiv. https://arxiv.org/html/2505.12039v1.

[872] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yaratmaktadır.[873] Bu platformlar, araştırmacının hedeflerini (örneğin, maliyeti düşürmek, verimi artırmak, belirli bir özelliği optimize etmek) ve kısıtlamalarını alarak, en etkili değişkenleri ve test edilecek seviyeleri kendisi belirler. Bu akıllı seçim süreci, her deneyin maksimum verimlilik için optimize edilmesini sağlar, gereksiz deneyleri ortadan kaldırır ve araştırma için gereken zaman, maliyet ve materyal miktarını önemli ölçüde azaltır. Benzer şekilde, özellikle yazılım geliştirme ve dijital ürün optimizasyonu gibi alanlarda kullanılan A/B testleri de YZ ile otomatize edilmektedir. YZ güdümlü A/B test platformları, hipotez oluşturma, deney kurulumu, kullanıcı gruplarına trafik tahsisi ve hatta test edilecek varyasyonların (örneğin, farklı web sitesi başlıkları veya düğme renkleri) üretilmesi gibi görevleri otomatikleştirerek, içgörü elde etme sürecini ölçeklendirir ve hızlandırır.[874]

Bu gelişmeler, bilimsel metodun kendisini dönüştürmektedir. YZ, bilimsel metodu doğrusal bir süreçten (hipotez -> deney -> sonuç) daha çok, insan ve makine arasında sürekli bir diyalog ve geri bildirim döngüsüne dayanan yinelemeli (iterative) ve etkileşimli bir sürece dönüştürmektedir. Geleneksel modelde, araştırmacı literatürü tarar, bir hipotez kurar ve bunu test eder; bu adımlar büyük ölçüde ayrı ve ardışıktır. YZ destekli yeni modelde ise, bir araştırmacı YZ asistanına bir araştırma sorusu sorduğunda, YZ anında potansiyel alt sorular, ilgili makaleler ve hatta çelişkili kanıtlar da sunar.[875] Araştırmacı bu geri bildirimle hipotezini anında rafine edebilir. YZ, bu rafine hipoteze dayalı olarak optimal bir deney tasarımı (DOE) önerebilir.[876] Deneyden elde edilen veriler, yine YZ tarafından gerçek zamanlı olarak analiz edilebilir ve bu analiz, hipotezin daha da geliştirilmesi veya tamamen yeni hipotezlerin üretilmesi için anında geri bildirim sağlar. Bu durum, hipotez üretimi, deney ve analiz arasındaki sınırları bulanıklaştıran ve keşif sürecini katlanarak hızlandıran kapalı bir döngü (closed-loop) yaratır.[877]

2.3.1.3 Veri Analizi, Modelleme ve Simülasyonun Hızlandırılması

Modern bilimin ürettiği veri miktarı, insan kapasitesinin çok üzerindedir. Genomik,

[873] Alchemy. (2025). DOE software. Alchemy. https://www.alchemy.cloud/products/doe-software. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[874] ProjectPro. (2025). Generative AI in A/B testing and experimentation. ProjectPro Podcast. https://www.projectpro.io/podcast/title/generative-ai-in-ab-testing-and-experimentation. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[875] Scite.ai. (2025). A new way to discover and understand scientific knowledge. https://scite.ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[876] Alchemy. (2025). DOE software. Alchemy. https://www.alchemy.cloud/products/doe-software. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[877] Malesu, V. K. (2025). Why drug discovery needs robots and artificial intelligence. News-Medical. https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.aspx. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

iklim bilimi, parçacık fiziği ve astronomi gibi alanlarda her gün petabaytlarca veri üretilmektedir. Bu devasa ve karmaşık veri setlerinin içinde saklı olan anlamlı bilgiyi çıkarmak, YZ algoritmalarının en güçlü olduğu alanlardan biridir. YZ, bu veri okyanuslarındaki gürültüden anlamlı sinyalleri ayıklayarak, bilimsel keşif için gerekli olan içgörüleri ortaya çıkarabilmektedir.[878] YZ'nin bu alandaki en çok önemli uygulamalarından biri, "vekil modeller" veya "emülatörler" olarak bilinen yaklaşımdır. Birçok bilimsel ve mühendislik problemi, karmaşık fiziksel süreçleri tanımlayan ve çözülmesi yoğun hesaplama gücü gerektiren denklemlere dayanır. Örneğin, bir uçağın kanadı etrafındaki hava akışını simüle etmek (hesaplamalı akışkanlar dinamiği) veya yeni bir ilacın vücuttaki milyonlarca proteinle nasıl etkileşime gireceğini modellemek, süper bilgisayarlarda bile günler veya haftalar sürebilir. Vekil modeller, bu karmaşık ve yavaş çalışan fiziksel simülasyonların davranışını taklit eden, ancak çok daha hızlı çalışan YZ modelleridir.[879] YZ, fiziksel modelden elde edilen sınırlı sayıda veriyle eğitilerek, sistemin genel davranışını öğrenir. Eğitim tamamlandıktan sonra, bu YZ vekil modeli, orijinal simülasyonun saatler veya günler süren bir çıktısını saniyeler içinde tahmin edebilir.

Bu yaklaşımın somut etkileri birçok alanda görülmektedir. Örneğin, bir otomotiv firması, aerodinamik değerlendirme simülasyonlarında YZ tabanlı vekil modeller kullanarak süreci 300 kattan fazla hızlandırdığını ve ilgili maliyetleri %85'ten fazla düşürdüğünü rapor etmiştir.[880] Bu, bir mühendisin günlerce bekleyeceği bir simülasyon sonucunu dakikalar içinde alarak, çok daha fazla tasarım alternatifini test etmesine ve aracın aerodinamik yapısını çok daha etkin bir şekilde optimize etmesine olanak tanır. Benzer şekilde geliştirilen bir hava durumu tahmin modeli, dünyanın en iyi operasyonel fizik tabanlı sistemlerinden daha doğru tahminleri, bir süper bilgisayar yerine tek bir YZ optimize işlemci üzerinde saatler yerine dakikalar içinde yapabilmektedir.[881] Bu hız artışı, Ar-Ge döngülerini önemli ölçüde kısaltarak inovasyon hızını doğrudan etkilemektedir.

---

[878] Ugwa, S. (2023). Artificial Intelligence for IT strategy: Driving data-driven decision-making and business alignment.

[879] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[880] Stellantis. (2024). First quarter 2024 shipments and revenues. Stellantis press release. https://wireassociation.eu/newsroom/stellantis/releases/en/first-quarter-2024-shipments-and-revenues-2040. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[881] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.3.1.4 Bilimsel Yazım, Raporlama ve Yayım Süreçlerinin Otomasyonu

Araştırmanın son aşaması olan bulguların yayınlanması, çoğu zaman araştırmanın kendisi kadar zorlu bir süreçtir. Bilimsel bir makale yazmak, bulguları net ve tutarlı bir şekilde ifade etmeyi, doğru akademik üslubu kullanmayı, dilbilgisi kurallarına uymayı ve referansları belirli bir formata göre düzenlemeyi gerektirir. YZ tabanlı yazım asistanları, bu süreci kolaylaştırarak araştırmacıların üzerindeki yükü hafifletmektedir. Bu alanda öne çıkan birçok platform bulunmaktadır. Bu araçlar, metinlerdeki dilbilgisi ve yazım hatalarını düzeltmenin yanı sıra, cümlenin akıcılığını artırmak, kelime seçimini iyileştirmek ve metni daha akademik bir tona kavuşturmak için önerilerde bulunur. Özellikle yeniden ifade etme (paraphrasing) özelliği, araştırmacıların karmaşık bir fikri farklı şekillerde ifade etmelerine veya intihal riskini azaltmalarına yardımcı olur. Ayrıca, bu platformların birçoğu, metin içinde atıf yapılan kaynakları otomatik olarak bularak ve bunları APA, MLA, Chicago, Vancouver gibi farklı dergi formatlarına göre düzenleyerek, referans listesi oluşturma gibi zaman alıcı görevleri de otomatize edebilirler. Bu teknolojiler, özellikle anadili İngilizce olmayan araştırmacılar için büyük bir fırsat eşitliği yaratma potansiyeline sahiptir. Dil bariyeri, birçok yetenekli araştırmacının çalışmalarını dünyanın önde gelen dergilerinde yayınlamasının önünde bir engel teşkil etmektedir. YZ yazım asistanları, bu bariyeri önemli ölçüde azaltarak, bilimsel iletişimi daha küresel ve kapsayıcı hale getirebilir.

YZ'nin bilimsel yazım sürecine dâhil olması, ciddi etik tartışmaları da beraberinde getirmiştir. En temel tartışmalardan biri, YZ'nin bir makalede "yazar" olarak gösterilip gösterilemeyeceğidir. Bilimsel yayıncılık dünyasında, yazarlığın sadece metni oluşturmayı değil, aynı zamanda çalışmanın içeriğinden, doğruluğundan ve etik boyutundan sorumlu olmayı da içerdiği bilinmektedir. YZ sistemleri, ahlaki bir fail (moral agent) olmadıkları ve bu tür bir sorumluluğu üstlenemeyecekleri için yazar olarak kabul görmemektedir.[882] Bu nedenle, çoğu bilimsel dergi ve yayıncı kuruluş, YZ kullanımının makalenin "metodoloji" veya "teşekkür" bölümünde şeffaf bir şekilde beyan edilmesini zorunlu kılan politikalar geliştirmiştir.[883]

Bir diğer önemli risk ise intihal ve akademik uygunsuzluklardır. Araştırmacıların, YZ'yi sadece bir asistan olarak kullanmak yerine, makalenin tamamını veya önemli bir kısmını YZ'ye yazdırması hem etik bir ihlal hem de bilimsel güvenilirliği sarsan bir

[882] Resnik, D. B., ve Hosseini, M. (2024). The ethics of using artificial intelligence in scientific research: New guidance needed for a new tool. AI Ethics, 5(2), 1499–1521. https://doi.org/10.1007/s43681-024-00493-8.
[883] Central Michigan University Libraries. (2025). Academic publishing – Where to publish. CMU Library Research Guides.

durumdur. Bu nedenle, YZ'nin ürettiği her metnin araştırmacı tarafından dikkatle incelenmesi, özgünleştirilmesi ve doğrulanması kritik öneme sahiptir. Nihai sorumluluk, her zaman insana aittir.

2.3.2 Belirli Bilim ve Teknoloji Alanlarındaki Önemli Kazanımlar

YZ'nin bilimsel süreçler üzerindeki genel dönüştürücü etkisinin ötesinde, belirli disiplinlerde yarattığı somut ve çığır açıcı gelişmeler, bu teknolojinin potansiyelini daha net bir şekilde ortaya koymaktadır. Yaşam bilimlerinden malzeme bilimine, iklim biliminden ileri mühendislik alanlarına kadar YZ'nin en etkileyici başarı öyküleri ve bu başarıların altında yatan teknolojik atılımlar YZ'nin sadece teorik bir kavram olmadığını, aynı zamanda gerçek dünya problemlerine devrim niteliğinde çözümler getiren pratik bir güç olduğunu göstermektedir.

2.3.2.1 Yaşam Bilimleri ve İlaç Keşfi

Yaşam bilimleri, YZ devriminin en derinden hissedildiği alanların başında gelmektedir. İnsan genomunun haritalanmasıyla başlayan veri patlaması, YZ'nin analiz ve modelleme yetenekleri için verimli bir zemin oluşturmuştur. Bu alandaki en sembolik başarı, şüphesiz protein yapısı tahmini alanında yaşanmıştır. Proteinler, vücuttaki hemen hemen her biyolojik sürecin temel yapı taşlarıdır ve işlevleri, karmaşık üç boyutlu yapılarına sıkı sıkıya bağlıdır. Bir proteinin yapısını anlamak, hastalıkların mekanizmalarını çözmek ve hedefe yönelik ilaçlar tasarlamak için kritik öneme sahiptir. Ancak bu yapıları deneysel olarak belirlemek yıllar sürebilen pahalı bir süreçtir. Uluslararası bir firma tarafından geliştirilen YZ sistemi, bir proteinin amino asit dizilimiden yola çıkarak 3 boyutlu yapısını atomik düzeyde bir doğrulukla tahmin ederek, biyoloji dünyasında 50 yıldır devam eden bu büyük problemi çözdüğünü belirtmektedir. 2024 yılında piyasaya sürülen AlphaFold 3 ise bu yeteneği daha da ileri taşıyarak, proteinlerin sadece kendi yapılarını değil, aynı zamanda DNA, RNA ve diğer moleküllerle nasıl etkileşime girdiğini de modelleyebilmektedir.[884] Bu çalışma hemen hemen bilinen tüm proteinleri kapsayan 200 milyonluk bir veri tabanı oluşturarak, araştırmacılara önemli bir keşif aracı sunmuştur.[885]

Geleneksel ilaç geliştirme süreci, ortalama 10-15 yıl süren ve maliyeti 2.8 milyar

[884] Ball, D. W. (2025). The future of materials science: AI, automation, and policy strategies. Mercatus Center. https://www.mercatus.org/research/policy-briefs/future-materials-science-ai-automation-and-policy-strategies. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[885] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

doları bulabilen son derece uzun ve riskli bir süreçtir.[886] YZ bu sürecin birçok aşamasını hızlandırmaktadır. YZ algoritmaları, biyolojik ve kimyasal veri tabanlarını tarayarak yeni potansiyel ilaç hedeflerini (hastalıkla ilişkili proteinler gibi) belirleyebilmektedir.[887] Ardından, üretken YZ modelleri, bu hedeflere bağlanabilecek on binlerce yeni molekülü sanal ortamda (in silico) tasarlayabilir ve bunların etkinlik ve toksisite profillerini tahmin edebilir. Böylece laboratuvarda binlerce bileşiğin sentezlenip test edilmesi ihtiyacını ortadan kaldırarak süreci aylara indirgemektedir. Bu yaklaşımın en somut örneklerinden biri, bu konuda çalışan bir firmanın üretken YZ kullanarak keşfettiği bir ilacı, hedef belirleme aşamasından klinik öncesi çalışmalara 18 aydan daha kısa bir sürede getirmesidir. Bu süre, endüstri ortalaması olan 42 ayın yarısından bile azdır.[888]

İlaç geliştirmenin en maliyetli ve başarısızlığa en açık aşaması klinik çalışmalardır. YZ, bu alanda da önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. YZ modelleri, elektronik sağlık kayıtları, genetik veriler ve yaşam tarzı bilgileri gibi çok çeşitli verileri analiz ederek, bir ilaca en iyi yanıtı vermesi muhtemel hasta gruplarını belirleyebilir ve klinik çalışmalar için doğru hastaların daha hızlı bulunmasını sağlayarak denemenin başarı olasılığını artırır. Yakın tarihli bir çalışma, bu konuda çalışan bazı şirketler tarafından geliştirilen ilaç adaylarının Faz 1 klinik çalışmalarındaki başarı olasılığının, geleneksel %40-65 bandından %80-90 gibi etkileyici bir seviyeye yükseldiğini göstermiştir ve YZ'nin sadece süreci hızlandırmakla kalmayıp, aynı zamanda daha başarılı sonuçlar elde etme potansiyelini de ortaya koymaktadır.[889]

Yaşam bilimleri sektöründe YZ kullanımı, ilaç geliştirme maliyetlerini düşürme, pazara çıkış süresini kısaltma ve kişiselleştirilmiş tıp sayesinde daha etkili tedaviler sunma potansiyeliyle, her yıl milyarlarca dolarlık bir katma değer yaratma kapasitesine sahiptir.[890]

---

[886] Malesu, V. K. (2025). Why drug discovery needs robots and artificial intelligence. News-Medical. https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.aspx. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[887] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[888] Zoccoli, A., Velez, C. N., Geukes Foppen, R. J., ve Gioia, V. (2025). Early evidence and emerging trends: How AI is shaping drug discovery and clinical development. Drug Target Review. https://www.drugtargetreview.com/article/158593/early-evidence-and-emerging-trends-how-ai-is-shaping-drug-discovery-and-clinical-development. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[889] Malesu, V. K. (2025). Why drug discovery needs robots and artificial intelligence. News-Medical. https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.aspx. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[890] KPMG International. (2023). The future of life sciences: Pressing issues and critical imperatives that will shape the new model for the industry-The connected life sciences company. KPMG. https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ie/pdf/2024/01/future-of-connected-enterprise-for-life-sciences-2.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

2.3.2.2 Malzeme Bilimi ve Mühendisliği: Akıllı Malzemelerin Keşfi ve Yeni Nesil Laboratuvarlar

Malzeme bilimi, yeni teknolojilerin temelini oluşturan materyallerin keşfi, tasarımı ve üretimi ile ilgilenir. Geleneksel olarak bu alan, yoğun emek gerektiren, deneme-yanılma yöntemine dayalı ve yavaş ilerleyen bir süreçtir. YZ bu süreci yeniden şekillendirerek malzeme keşfinde bir devrim başlatmıştır. Bu alandaki en çarpıcı örneklerden biri, uluslararası bir firma tarafından geliştirilen GNoME (Graph Networks for Materials Exploration) modelidir. Bu model mevcut malzeme veri tabanlarındaki temel kimyasal ve yapısal prensipleri öğrenerek, daha önce bilinmeyen ancak teorik olarak kararlı olması muhtemel yeni kristal yapıları tahmin etmek için eğitilmiştir. Model, 2.2 milyon yeni kararlı malzeme adayı keşfetmiştir. Bu sayı, insanlık tarihi boyunca yapılan tüm deneysel çalışmalara dayanan yaklaşık 800 yıllık bilgi birikimine eşdeğer bir katkı olarak nitelendirilmektedir.[891] Bu keşifler arasında, geleceğin pilleri için potansiyel lityum iyon iletkenleri ve yeni nesil süperiletkenler gibi önemli teknolojilere temel oluşturabilecek 380.000'den fazla kararlı bileşik bulunmaktadır.

YZ'nin malzeme bilimindeki önemli bir uygulaması da robotik ve otomasyon sistemleriyle entegre edilerek "kendi kendini geliştiren laboratuvarlar" konseptinin hayata geçirilmesidir. Bu sistemler, bilimsel keşif sürecini tamamen otomatize eden kapalı döngüler oluşturmuştur.[892] Süreç içinde YZ modeli, bir hedef (örneğin, daha yüksek iletkenliğe sahip bir polimer) için potansiyel bir moleküler yapı tasarlar. Bu tasarım, robotik bir sentez platformuna gönderilir ve robotlar, tasarlanan malzemeyi otonom olarak üretir. Üretilen malzeme, yine otomatik karakterizasyon cihazları tarafından test edilir ve elde edilen sonuçlar anında YZ modeline geri beslenir. YZ, bu yeni veriyi kullanarak modelini günceller ve bir sonraki, daha iyi olması muhtemel malzeme adayını tasarlar. Bu döngü, insan müdahalesi olmaksızın 7/24 devam edebilmektedir. Bu yaklaşıma göre malzeme keşif hızı geleneksel yöntemlere göre yüzlerce, hatta binlerce kat artma potansiyeline sahiptir.

Malzeme bilimindeki bu YZ güdümlü atılımlar, önemli sorunlara çözüm bulma potansiyeli taşımaktadır. Daha verimli, daha hızlı şarj olan ve daha güvenli pillerin geliştirilmesi, elektrikli araçların ve şebeke ölçeğinde enerji depolamanın yaygınlaşmasını sağlayabilir. Daha hafif ve daha dayanıklı yeni alaşımlar, havacılık ve uzay endüstrisinde

[891] Ball, D. W. (2025). The future of materials science: AI, automation, and policy strategies. Mercatus Center. https://www.mercatus.org/research/policy-briefs/future-materials-science-ai-automation-and-policy-strategies. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[892] a.g.e.

yakıt verimliliğini artırabilir. Yeni nesil yarı iletken malzemeler daha güçlü bilgisayarların üretilmesini sağlayabilir. Ticari olarak uygulanabilir nükleer füzyon veya oda sıcaklığında süperiletkenlik gibi insanlığın en büyük hedeflerinden bazıları, YZ'nin keşfedeceği yeni malzemeler sayesinde gerçeğe dönüşebilir.

2.3.2.3 Otomotiv, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Gibi İleri Mühendislik Alanları

Otomotiv, havacılık ve uzay gibi ileri mühendislik gerektiren sektörler, ürün geliştirme süreçlerinin karmaşıklığı, yüksek maliyetleri ve katı güvenlik standartları ile karakterize edilir. YZ bu sektörlerdeki Ar-Ge süreçlerini daha hızlı, daha ucuz ve daha yenilikçi hale getirerek rekabet avantajı sağlayabilmektedir.

Üretken tasarım (generative design) yaklaşımı, mühendislik tasarımında önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir. Geleneksel tasarımda mühendis, kendi deneyim ve bilgisine dayanarak bir çözüm geliştirir ve bunu analiz etmektedir. Üretken tasarımda ise mühendis, YZ'ye hedefleri (örneğin, ağırlığı %20 azaltmak) ve kısıtlamaları (örneğin, belirli bir yüke dayanması, belirli bir malzemeden yapılması) tanımlar. YZ, bu girdilere dayanarak, genellikle insan aklına gelmeyecek, organik ve optimize edilmiş binlerce tasarım alternatifini saniyeler içinde üretebilir.[893] Böylece mühendislerin daha hafif, daha sağlam ve daha verimli parçalar tasarlamasını sağlar. Örneğin, bir otomobil şasi parçasının veya bir uçak kanadı braketinin ağırlığı, dayanıklılıktan ödün vermeden önemli ölçüde azaltılabilir.

Dijital ikizler ve hızlandırılmış simülasyon başlıkları altında, fiziksel prototiplerin üretilmesi ve test edilmesi (örneğin, bir otomobilin çarpışma testi veya bir uçak motorunun rüzgar tüneli testi) son derece pahalı ve zaman alıcıdır. YZ bu süreci dijital ikizler ve vekil modeller aracılığıyla sanal ortama taşıyarak hızlandırmaktadır. Bir ürünün (örneğin bir araba) tüm fiziksel ve operasyonel özelliklerini içeren sanal bir kopyası olan "dijital ikiz" oluşturulur. YZ destekli vekil modeller, bu dijital ikizler üzerinde sayısız test ve simülasyonun çok hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar.[894] Bu konuda çalışan bir firmanın aerodinamik testlerde elde ettiği 300 kat hız artışı ve %85 maliyet düşüşü, bu yaklaşımın

[893] Cholewinski, P., Kellner, M., Richter, W., Roggendorf, M., Tschiesner, A., ve Venus, A. (2024). Automotive R ve D transformation: Optimizing gen AI's potential value. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/automotive-r-and-d-transformation-optimizing-gen-ais-potential-value. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[894] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

gücünü göstermektedir.[895] Böylece mühendislerin farklı senaryoları (örneğin, farklı hızlarda veya farklı hava koşullarında aracın davranışı) fiziksel bir prototip üretmeden önce sanal ortamda defalarca test etmelerine olanak tanınır.

YZ'nin bu sektörlerdeki Ar-Ge verimliliğine etkisi somut rakamlarla ifade edilmektedir. McKinsey tarafından yapılan bir analize göre, otomotiv sektöründe üretken YZ, test ve homologasyon süreçlerini %20-%30 oranında iyileştirme potansiyeline sahiptir.[896] PwC'nin bir raporu ise otomotiv ve havacılık gibi sektörlerde YZ'nin Ar-Ge maliyetlerini %30, pazara çıkış süresini ise %50 oranında azaltma potansiyeli taşıdığını bildirmektedir.[897] Yeni bir aracın veya uçağın konsept aşamasından pazara sunulmasına kadar geçen sürenin yarıya inebileceği ve sektördeki inovasyon döngülerinin ve rekabet dinamiklerinin tamamen değişebileceği görülmektedir.

2.3.3 Bilim ve Teknoloji Yönetiminde Yapay Zekâ Uygulamaları

YZ'nin etkisi, sadece laboratuvarlardaki ve mühendislik ofislerindeki teknik keşif süreçleriyle sınırlı değildir. YZ aynı zamanda bu süreçleri yöneten, finanse eden ve organize eden idari ve stratejik fonksiyonları da dönüştürme potansiyeline sahiptir. Ar-Ge verimliliğinin artırılmasından, laboratuvar kaynaklarının akıllıca yönetilmesine ve sınırlı fonların en etkili şekilde tahsis edilmesine kadar YZ bilim ve teknoloji yönetiminin her seviyesinde bir optimizasyon ve verimlilik aracı olarak öne çıkabilmektedir.

2.3.3.1 Ar-Ge Verimliliği, İnovasyon Hızı ve Ekonomik Etki

YZ'nin Ar-Ge süreçlerine entegrasyonu, somut ekonomik faydalar ve verimlilik artışları sağlamaktadır. Tasarım örneklerini hacmini, hızını ve çeşitliliğini artırmak, bu örneklerin değerlendirme sürecini hızlandırmak ve genel araştırma operasyonlarını kolaylaştırmak gibi faydalara sahiptir.[898] İnovasyon sürecinin daha hızlı, daha ucuz ve daha başarılı hale gelmesiyle ekonomik değere de katkı sağlanmaktadır.

---

[895] Stellantis. (2024). First quarter 2024 shipments and revenues. Stellantis press release. https://wireassociation.eu/newsroom/stellantis/releases/en/first-quarter-2024-shipments-and-revenues-2040. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[896] Cholewinski, P., Kellner, M., Richter, W., Roggendorf, M., Tschiesner, A., ve Venus, A. (2024). Automotive R&D transformation: Optimizing gen AI's potential value. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/automotive-r-and-d-transformation-optimizing-gen-ais-potential-value. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[897] Miller, S. (2025). What is enterprise AI? The total SUSE guide. SUSE Blog. https://www.suse.com/c/enterprise-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[898] Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

McKinsey'nin analizine göre, YZ'nin çeşitli sektörlerde Ar-Ge inovasyonunu hızlandırmasıyla yıllık 360 milyar ila 560 milyar dolar arasında potansiyel bir ekonomik değer yaratma potansiyeli bulunmaktadır.[899] Bu rakam, YZ'nin sadece marjinal bir iyileştirme değil, aynı zamanda ekonomik büyümenin yeni bir motoru olma potansiyelini göstermektedir. Bu etkinin en büyük olacağı sektörler, Ar-Ge yoğunluğu yüksek olan ilaç, yarı iletken ve yazılım gibi alanlardır.

YZ, Ar-Ge'yi daha öngörülebilir, ölçülebilir ve verimli bir sürece dönüştürerek adeta sanayileştirmektedir. Bu durum, rekabet avantajının kaynağını, bireysel deha veya şans eseri buluşlardan, daha çok kurumsal yetkinliğe doğru kaydırmaktadır. Geleneksel Ar-Ge, genellikle belirsizliklerle dolu bir süreçken, YZ, "deneme sayısını" (shots on goal) artırarak, başarısızlıkları daha erken ve daha ucuza tespit ederek ve başarı olasılığını yükselterek bu süreci bir "mühendislik problemi" haline getirmektedir. Sonuç olarak, rekabet artık sadece en iyi bilim insanlarına sahip olmakla değil, aynı zamanda en iyi verilere, en güçlü hesaplama altyapısına ve en verimli YZ-insan iş akışlarına sahip olmakla ilgilidir.[900] Bu durumda Ar-Ge'de ölçek ekonomisi ve altyapısal üstünlük her zamankinden daha önemli hale gelmektedir.

2.3.3.2 Laboratuvar ve Deney Ortamlarının Akıllı Yönetimi

Modern bilimsel laboratuvarlar, giderek daha fazla otomasyona ve dijitalleşmeye yönelen karmaşık operasyon merkezleridir. YZ bu karmaşıklığı yönetmek ve laboratuvar operasyonlarını daha verimli hale getirmek için güçlü araçlar sunmaktadır. Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemleri (LIMS), bir laboratuvardaki numunelerin, testlerin, sonuçların ve verilerin yönetildiği merkezi dijital platformlardır. YZ'nin LIMS ile entegrasyonu, bu sistemleri pasif veri depolarından, proaktif ve akıllı yönetim merkezlerine dönüştürmektedir. Modern bir LIMS, artık laboratuvarın "dijital omurgası" olarak işlev görmekte, tüm cihazları, süreçleri ve verileri birbirine bağlamaktadır.[901] 2024 yılı ve sonrası için LIMS trendleri, YZ modüllerinin derin entegrasyonunu içermektedir.[902] Bu entegrasyon sayesinde LIMS, sadece verileri kaydetmekle kalmaz, aynı zamanda bu verileri analiz ederek öngörülerde bulunur. Örneğin,

---

[899] a.g.e.

[900] Cholewinski, P., Kellner, M., Richter, W., Roggendorf, M., Tschiesner, A., ve Venus, A. (2024). Automotive R ve D transformation: Optimizing gen AI's potential value. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/automotive-r-and-d-transformation-optimizing-gen-ais-potential-value. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[901] CloudLIMS. (2025). Bringing intelligence to the bench: Leveraging automation, AI ve LIMS for medical microbiology. CloudLIMS. https://cloudlims.com/integrate-ai-with-a-lims-for-medical-microbiology-to-boost-diagnostics. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[902] Lanewala, M., ve Yauger, T. (2024). 2024 LIMS trends. Biosimilar Development. https://www.biosimilardevelopment.com/doc/2024-lims-trends-0001. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

bir kalite kontrol laboratuvarında, YZ destekli bir LIMS, test sonuçlarındaki ince eğilimleri analiz ederek, bir ürün partisinin spesifikasyon dışı olma riskini önceden tespit edebilir ve uyarı verebilir. Bahsedilen proaktif yaklaşım hatalı üretimlerin önlenmesine, israfın azaltılmasına ve kalitenin artırılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, üretken YZ'nin LIMS'e entegrasyonu, veri analizi sürecini demokratikleştirmektedir. Araştırmacılar veya laboratuvar yöneticileri, karmaşık sorgulama dilleri kullanmak yerine, sisteme doğal dilde sorular sorarak (örneğin, "Geçen ayki X testinde en sık karşılaşılan anomali neydi?") anında raporlar ve analizler alabilirler.[903] Söz konusu sistemler karar alma süreçlerini hızlandırmakta ve laboratuvar operasyonları hakkında daha derin içgörüler elde edilmesini sağlamaktadır.

YZ'nin laboratuvar yönetimindeki bir diğer önemli rolü, robotik ve otomasyon sistemlerini daha akıllı hale getirmesidir. Özellikle ilaç keşfi gibi alanlarda, yüksek verimli tarama (High-Throughput Screening - HTS) ve otomatik sıvı taşıma sistemleri, binlerce bileşiğin veya numunenin çok kısa sürede test edilmesini sağlar.[904] YZ bu robotik sistemlerin iş akışlarını optimize edebilmekte, deney protokollerini yönetebilmekte ve elde edilen verileri otomatik olarak LIMS'e aktarabilmektedir. Bunun ötesinde, "akıllı laboratuvar planlaması" (intelligent lab scheduling) gibi YZ araçları, laboratuvardaki tüm kaynakların (pahalı analiz cihazları, robotik platformlar, uzman teknisyenler) kullanımını optimize edebilmektedir. Bir raporda belirtildiği gibi, bu tür sistemler, cihazların bakım zamanlarını, numunelerin öncelik sırasını ve personel görevlendirmelerini akıllıca planlayarak, anormal çalışma saatlerini azaltmakta, test verimliliğini artırmakta ve kaynakların atıl kalmasını önlemektedir.[905] Böylece laboratuvarın genel verimliliği ve yatırım getirisi önemli ölçüde artmaktadır.

2.3.3.3 Kaynak Yönetiminin Optimizasyonu

Bilim ve teknoloji üretimi, sadece teknik süreçlerden değil, aynı zamanda finansal, insani ve altyapısal kaynakların etkin yönetiminden de beslenmektedir. YZ bu stratejik kaynakların optimizasyonunda da giderek daha merkezi bir rol oynamaktadır. Kamu ve özel sektördeki Ar-Ge fonlarının dağıtımı, genellikle uzman değerlendirmelerine dayanan ve

[903] Dutton, G. (2024). Looking forward: How AI-powered integrated data analytics could strengthen LIMS. Lab Manager. https://www.labmanager.com/looking-forward-how-ai-powered-integrated-data-analytics-could-strengthen-lims-33331. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[904] Malesu, V. K. (2025). Why drug discovery needs robots and artificial intelligence. News-Medical. https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.aspx. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[905] Midea Group Co., Ltd. (2025). Annual results announcement for the year ended 31 December 2024. Hong Kong Stock Exchange news release. https://www1.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2025/0328/2025032802780.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

zaman alıcı bir süreçtir. YZ bu sürece daha fazla objektiflik, verimlilik ve veri güdümlülük getirme potansiyeli taşımaktadır. Bu konudaki bir çalışma, YZ'nin fonlama kuruluşlarının karar alma süreçlerini nasıl dönüştürebileceğini incelemektedir. Çalışmanın bulgularına göre YZ, proje başvurularını analiz ederek en uygun hakemleri (peer reviewers) otomatik olarak atayabilir, proje tekliflerinin yönetimini optimize edebilir ve hatta fonlanan projelerin gelecekteki potansiyel etkisini tahmin edebilir.[906] ABD Adalet Bakanlığı'na bağlı Adalet Programları Ofisi (OJP), bu yaklaşımı uygulamaya koyan bir vaka çalışması sunmaktadır. Kurum, yıllık yaklaşık 2 milyar dolarlık hibe fonunu dağıtma sürecinde YZ tabanlı bir sistem kullanmaya başlamıştır. Bu yeni sistem, karar alma süreçlerinde doğruluğu ve tutarlılığı artırmış ve değerlendirme sürecini önemli ölçüde daha verimli hale getirmiştir.[907] Bu örnekler, YZ'nin büyük ölçekli fon tahsis süreçlerinde insan önyargılarını azaltma ve kamu kaynaklarının etkisini maksimize etme potansiyelini göstermektedir.

YZ çağında bir kuruluşun en değerli varlıklarından biri nitelikli insan kaynağıdır. YZ, bu yetenekleri bulma, geliştirme ve elde tutma süreçlerini de dönüştürmektedir. İnsan kaynakları birimleri, YZ destekli platformları kullanarak, binlerce başvuru arasından pozisyona en uygun adayları tarayabilir, mülakat süreçlerini otomatikleştirebilir ve işe alım süresini kısaltabilir.[908] İşe alındıktan sonra ise YZ, çalışanların yetkinliklerini ve kariyer hedeflerini analiz ederek onlara kişiselleştirilmiş eğitim ve gelişim programları önerebilir.

Bu teknoloji aynı zamanda iş gücü dönüşümünü de tetikleyen bir faktördür. Bazı rutin laboratuvar teknisyenliği veya veri giriş görevleri otomatize edilirken, yeni nesil yetkinliklere olan talep artmaktadır.[909] Geleceğin bilim insanı ve mühendisi, sadece kendi alanında uzman olmakla kalmayıp, aynı zamanda YZ sistemlerini yönetebilen, bu sistemlerin ürettiği verileri eleştirel bir şekilde yorumlayabilen ve YZ'nin etik ve yasal boyutlarını anlayabilen bir profile

[906] Al-Ibrahim, H. (2024). The potential for artificial intelligence assistance in funding research (Doctoral dissertation, Pardee RAND Graduate School). RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/rgs_dissertations/RGSDA3387-1.html. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[907] Bower, L. L. (2022). AI decision making for allocating government grant funds. In Human Interaction ve Emerging Technologies (IHIET-AI 2022) (s. 300–308). Applied Human Factors and Ergonomics International. https://openaccess-api.cms-conferences.org/articles/download/978-1-7923-8989-4_33. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[908] Shinde, Y. (2025). Agentic AI in HR ve recruitment market to hit USD 23,172.8 million by 2034. Market.us Scoop. https://scoop.market.us/agentic-ai-in-hr-amp-recruitment-market-news. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[909] TRAI. (2025). Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi 2024 yılı faaliyet raporu. Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi. https://turkiye.ai/wp-content/uploads/2025/05/TRAI_2024_Faaliyet_Raporu.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

sahip olmak zorundadır.[910] Bu durum, eğitim kurumları ve şirketler için sürekli bir yeniden yetkinlik kazandırma (reskilling) ve yetenek geliştirme ihtiyacı doğurmaktadır.

Avrupa Komisyonu için hazırlanan bir raporda, en büyük YZ altyapılarının Avrupa dışında bulunduğu ve bu altyapıların büyük ölçüde özel sektör teknoloji devlerinin kontrolünde olduğu vurgulanmaktadır.[911] Kamu ve akademik kurumların araştırma yapabilmek için bu şirketlerin bulut hizmetlerine giderek daha bağımlı hale gelmesi hem maliyet hem de stratejik özerklik açısından riskler barındırmaktadır.

Bu yeni gerçeklik, "hesaplama gücü" ve "yüksek kaliteli, tescilli veri"yi, petrol çağındaki enerji kaynakları gibi stratejik ulusal varlıklar haline getirmiştir. YZ çağında bilimsel ve teknolojik liderlik, bu kaynaklara egemen erişimle doğrudan bağlantılıdır. Bu durum, ülkeler arasında yeni bir jeopolitik ve ekonomik rekabet alanı yaratmaktadır. Ulusal stratejiler, artık sadece yetenek gelişimine değil, aynı zamanda bu stratejik varlıklara (veri ve hesaplama gücü) sahip olmayı veya bunlara güvenli erişimi sağlamayı da hedeflemelidir. AB'nin, tüm Avrupalı araştırmacıların kullanımına açık, son teknoloji bir YZ araştırma tesisi kurma yönündeki politika seçeneği, bu stratejik kaygının en somut yansımasıdır ve "hesaplama gücü zenginleri" ve "fakirleri" arasında bir uçurum oluşmasını önlemeyi ve bilimsel araştırmada teknolojik egemenliği korumayı amaçlayan bir adımdır.

2.3.4 Bilimin Bilimi (Science of Science- SoS) Perspektifinden Yapay Zekâ

YZ'nin bilim dünyasına katkısı, sadece belirli bilimsel problemleri çözmekle sınırlı değildir. YZ, aynı zamanda bilimin kendi iç işleyişini, yapısını, dinamiklerini ve evrimini anlamak için güçlü bir "meta-araç" olarak da kullanılmaktadır. "Bilimin Bilimi" (Science of Science- SoS) olarak adlandırılan bu disiplinlerarası alan, bilimi bir sosyal ve entelektüel sistem olarak inceler. YZ'nin bu alana uygulanmasıyla ortaya çıkan "Bilimin Bilimi için Yapay Zekâ" (AI for Science of Science- AI4SoS) ise, bilim ve teknoloji politikalarının veri güdümlü bir temele oturtulması için çok önemli bir potansiyel sunmaktadır.[912]

AI4SoS, YZ tekniklerini kullanarak bilimsel ekosistemin temel bileşenlerini (araştırma verimliliği, atıf örüntüleri, iş birliği ağları, bilgi akışı vb.) büyük ölçekte analiz eden yeni ve

[910] SAPEA. (2024). AI in science evidence review report. Scientific Advice Mechanism. https://scientificadvice.eu/scientific-outputs/ai-in-science-evidence-review-report. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[911] a.g.e.
[912] Institute of Communication and Public Policy. (2025). The use of generative AI for science of science and higher education studies: A scientific workshop at the Università della Svizzera italiana. Università della Svizzera italiana. https://www.icpp.usi.ch/en/events-news/the-use-of-generative-ai-for-science-of-science-an-39543. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

gelişmekte olan bir alandır. Bu yaklaşımın temel amacı, bilimsel ilerlemeyi neyin tetiklediğini, hangi faktörlerin çığır açıcı keşiflere yol açtığını ve bilginin nasıl üretilip yayıldığını nicel olarak anlamaktır ve belirli bir bilimsel problemi çözmeye odaklanan "Bilim için Yapay Zekâ" (AI4S) yaklaşımının bir üst seviyesinde, daha meta bir analiz sunar.[913] YZ algoritmaları, milyonlarca bilimsel yayını, patenti, fon kaydını ve araştırmacı profilini içeren devasa akademik veri tabanlarını (Scopus, Web of Science, PubMed vb.) analiz edebilir. Bu analizler sayesinde, bilimsel alanların tarihsel olarak nasıl doğduğunu, zaman içinde nasıl geliştiklerini, hangi alanların birleşerek yeni disiplinler (örneğin, biyoinformatik, hesaplamalı sosyoloji) oluşturduğunu ve hangi alanların popülerliğini yitirdiğini haritalandırmak mümkün hale gelir. Böylece bilimsel bilginin evriminin adeta bir "genom haritası" çıkarılabilmektedir. Bilimsel keşifler, genellikle izole bireylerin değil, birbiriyle etkileşim halindeki araştırmacıların, kurumların ve hatta ülkelerin oluşturduğu karmaşık ağların bir ürünüdür. YZ, bu iş birliği ağlarını analiz ederek inovasyonun yapısını ve dinamiklerini ortaya çıkarabilir. Ağ analizi teknikleri kullanılarak, hangi araştırmacıların veya kurumların kendi alanlarında merkezi ve etkili olduğu, farklı disiplinler arasında köprü görevi gördüğü ve bilginin ekosistem içinde nasıl aktığı belirlenebilir. Bu tür analizler, politika yapıcılar için son derece değerli içgörüler sunar. Örneğin, bilim ve teknoloji üzerine çalışan bir kuruluş, hangi tür iş birliklerinin (örneğin, disiplinlerarası, endüstri-akademi, uluslararası) en yenilikçi ve yüksek etkili çıktılara yol açtığını veri odaklı olarak tespit edebilir. Bu bilgi, fonlama programlarının ve teşvik mekanizmalarının bu tür verimli iş birliklerini destekleyecek şekilde tasarlanmasına olanak tanır. Dahası, çoklu ajan sistemleri (multi-agent systems) gibi daha gelişmiş YZ simülasyon teknikleri, bilimsel ekosistemin davranışını modellemek için kullanılabilir. Bu simülasyonlarda, her bir "ajan" bir araştırmacıyı veya araştırma grubunu temsil eder ve belirli davranış kurallarına (örneğin, yayın yapma, iş birliği kurma, fon arama) göre hareket eder. Politika yapıcılar, bu "sanal politika laboratuvarlarında", farklı politika senaryolarının (örneğin, fonlama miktarını artırmak, belirli bir alana öncelik vermek, uluslararası iş birliğini teşvik etmek) bilimsel ekosistem üzerindeki uzun vadeli potansiyel etkilerini, gerçek dünyada uygulamaya koymadan önce test edebilirler.

Tüm bu gelişmeler, bilim ve teknoloji politikalarının oluşturulma biçimini temelden değiştirme potansiyeli taşımaktadır. Geleneksel olarak, Ar-Ge fonlaması ve bilim politikaları, büyük ölçüde uzman görüşleri, geçmiş başarılar ve nitel stratejik önceliklendirmelere

[913] Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., … Ouyang, W. (2025). AI-driven automation can become the foundation of next-era science of science research (arXiv preprint No. 2505.12039). arXiv. https://arxiv.org/html/2505.12039v1.

dayanmaktaydı. AI4SoS, bu sürece nicel, kanıta dayalı ve öngörücü bir boyut eklemektedir.[914] Örneğin, bir YZ modeli, atıf ve iş birliği ağlarındaki yapısal boşlukları veya beklenmedik bağlantıları analiz ederek, hangi farklı araştırma alanlarının yakın gelecekte birleşme ve tamamen yeni, çığır açıcı bir alan yaratma potansiyeli taşıdığını tahmin edebilir (*gap analysis*) ve bir fonlama kuruluşunun sınırlı kaynaklarını sadece mevcut popüler ve doygunluğa ulaşmış alanlara değil, aynı zamanda gelecekte en yüksek bilimsel ve ekonomik etkiyi yaratma potansiyeli taşıyan "gelişmekte olan" ve "tohum" aşamasındaki alanlara stratejik olarak yönlendirmesine olanak tanır. AI4SoS, bilimsel kaynakların tahsisini daha stratejik, verimli ve proaktif hale getirerek bir ülkenin genel inovasyon kapasitesini ve rekabet gücünü maksimize etme potansiyeline sahiptir.

2.3.5 Öneriler

- Bilimsel araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) süreçlerinde YZ entegrasyonunun, tasarımların hacmi, hızı ve çeşitliliğinin artırılması, değerlendirme süreçlerinin hızlandırılması ve genel araştırma operasyonlarının kolaylaştırılması yoluyla verimlilik kazanımları sağlaması hedeflenmelidir. Bu yaklaşım, inovasyon sürecinin daha hızlı, daha uygun maliyetli ve daha başarılı hale getirilerek yıllık potansiyel ekonomik değere katkıda bulunması olasılığı taşımaktadır.
- Bilimsel literatür taraması ve bilgi keşfi süreçlerinin verimliliğini artırmak amacıyla doğal dil işleme (NLP) ve büyük dil modelleri (LLM'ler) destekli araştırma asistanı platformlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. Bu tür araçlar sayesinde araştırmacıların ilgili makaleleri daha hızlı tarayarak özetlenmiş bilgilere erişmesi ve anlamsal ilişkileri tespit etmesi mümkün olabilecektir.
- Bilimsel keşif sürecini hızlandırmak amacıyla YZ destekli hipotez üretim mekanizmalarının ve otonom deney tasarım (Design of Experiments- DOE) sistemlerinin araştırma ekosistemine entegrasyonu desteklenmelidir. Bu sayede, insan zihninin işleyemeyeceği büyüklükteki veri setlerinde gizli kalmış örüntülerin tespit edilmesi ve deneylerin daha az kaynakla en fazla bilgiyi sağlayacak şekilde optimize edilmesi hedeflenebilir.
- Bilimsel yazım, raporlama ve yayın süreçlerinin otomasyonu için YZ tabanlı yazım asistanlarının kullanımının teşvik edilmesi, özellikle anadili İngilizce olmayan araştırmacılar için dil bariyerinin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Ancak, YZ

[914] Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., . ve Torr, P. (2025). AI-Driven Automation Can Become the Foundation of Next-Era Science of Science Research. arXiv preprint arXiv:2505.12039.

kullanımının şeffaf bir şekilde beyan edilmesi ve nihai sorumluluğun her zaman araştırmacılarda olduğunun vurgulanması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yaşam bilimleri ve ilaç keşfi alanında YZ destekli platformların kullanımı, protein yapısı tahmini, yeni potansiyel ilaç hedeflerinin belirlenmesi ve klinik çalışma süreçlerinin optimize edilmesi için yaygınlaştırılmalıdır. Bu yaklaşımlar, ilaç geliştirme maliyetlerini düşürme, pazara çıkış süresini kısaltma ve kişiselleştirilmiş tıp sayesinde daha etkili tedaviler sunma potansiyeli taşımaktadır.
- Bilimsel laboratuvar operasyonlarının daha verimli hale getirilmesi amacıyla Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemlerine (LIMS) YZ modüllerinin derinlemesine entegrasyonu teşvik edilmelidir. Bu entegrasyon sayesinde, numune yönetimi, test sonuçlarının analizi, cihazların ve personelin akıllı planlaması gibi süreçlerin optimize edilmesi ve laboratuvarın genel verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir.
- Bilim ve teknoloji politikalarının oluşturulma sürecine nicel, kanıta dayalı ve öngörücü bir boyut kazandırmak amacıyla YZ destekli "Bilimin Bilimi" (AI4SoS) araçlarının entegrasyonu teşvik edilmelidir. Bu araçların, iş birliği ağlarındaki yapısal boşlukları tespit etmesi, gelecekte çığır açma potansiyeli taşıyan alanları tahmin etmesi ve sınırlı kaynakların en yüksek bilimsel ve ekonomik etkiyi yaratacak şekilde stratejik olarak tahsis edilmesine yardımcı olması beklenmektedir.

2.4 ÇEVRESEL KAZANIMLAR

2.4.1 Enerji Verimliliği ve Kaynak Yönetimi

YZ ve sürdürülebilir çevre tartışmalarının en başında gelen konu enerji tüketimidir. YZ'nin hızlı bir şekilde benimsenerek büyümesi, orantılı olarak enerji tüketiminde de önemli artışlara yol açmıştır.[915] Enerji hem YZ modellerini oluşturmak ve eğitmek hem de bir modelin her bilgi istendiğinde veya içerik ürettiğinde tamamladığı karmaşık matematiği desteklemek için gereklidir. Ayrıca veri merkezleri küresel olarak en hızlı büyüyen emisyon kaynakları arasında yer almaktadır. YZ sistemlerinin öncelikli olarak sistem kullanımları için enerji verimliliği sağlaması adına donanım iyileştirmeleri çalışmaları, daha küçük modellerin tasarlanması, daha akıllı model eğitimi, temiz ve yenilenebilir enerjinin kullanımı, açık

[915] IBM (2024). The future of AI and energy efficiency. https://www.ibm.com/think/insights/future-ai-energy-efficiency. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

kaynak ve iş birliği ile enerji verimliliğinin sağlanması çalışmaları sürdürülmektedir.[916]

YZ'nin yüksek miktar enerji tüketimine rağmen YZ uygulamalarının çevre tasarrufu ve enerji verimliliğine olumlu katkılar yapması, önemli emisyon azaltımlarını sağlaması da mümkündür. Çeşitli kaynaklar YZ'nin doğru kurgulanması halinde (iyi senaryoya göre) 2030 yılına kadar küresel sera gazı emisyonlarının %5-10'unu azaltmaya yardımcı olabileceğini savunmaktadır. Kimi çevreler YZ'nin emisyonları azaltmada bir araç olabileceğine inanırken, genel kanı; karbonsuzlaştırma konusunda proaktif politikanın yerini alabilecek veya tek etkili çözüm seçeneği olarak sadece YZ'nin adres gösterilmesini çok sakıncalı bulmaktadır.[917] Zira küresel iklim değişikliğinin önüne geçilmesi için politikalar ve sistemler geliştirilmesi gerekir. Doğru kurgulanmış YZ sistemleri, bu politika ve sistemlerin üzerine kurgulandığında olumlu destek verebilecektir; YZ sistemlerinin lider bir aktör olarak konumlandırılması ise yanlış bir hamle olacaktır.

YZ sistemlerinin genel olarak enerji verimliliği ve akıllı kaynak yönetim sistemleri açısından katkı sunabileceği birçok alan ve boyut bulunmaktadır. Genel olarak enerji sistemleri üç aşama üzerinden ele alınmaktadır. İlk aşama enerjinin kaynağından elde edilmesi; ardından elde edilen enerjinin kullanılabilir elektrik ve ham petrol formuna dönüştürülerek kullanıcıya iletilmesi ve son olarak elde edilen enerjinin son kullanıcılar tarafından tüketilmesi bu üç aşamayı oluşturmaktadır. Tüm bu aşamaların kendine özgü süreçleri ve teknikleri bulunmakta, YZ sistemleri de her bir aşama için çevre sürdürülebilirliği ile kaynak yönetimi adına hem kazanım hem de zorluk ve risk olasılıklarını barındırmaktadır.

Rüzgar, güneş, termal gibi doğal enerji kaynaklardan enerji üretimi için YZ sistemleri ile doğru tahminlemeler yapılarak enerji ihtiyacına, daha da önemlisi genel olarak yenilenebilir enerji üretiminin tahminine ve yönetimine önemli bir katkı yapılabilir. Bu çerçevede, PwC ve Microsoft'un çalışmasında,[918] olumlu bir senaryoda YZ desteğinin 2030 yılında, küresel sera gazı emisyonlarında %2,2'lik bir oranda azalmayı sağlayabileceği öngörülmüştür. Genel olarak YZ sistemlerinin entegrasyonuyla enerji sistemlerinde geleneksel ve yenilenebilir üretim kaynaklarının daha güvenilir hale gelmesine katkı yapabileceği görüşü dile getirilmiştir.

Smart Grids (Akıllı elektrik şebekeleri) aracılığıyla YZ sistemleri, elektrik üretimi ile talep arasındaki dengeyi gerçek zamanlı kurarak, şebekelerde enerji kaybını azaltabilir ve

[916] a.g.e.
[917] WEF 2024a. AI and energy: Will AI help reduce emissions or increase power demand? Here's what to know. https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions/. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[918] PwC ve Microsoft (2020). How AI can enable a Sustainable Future. https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yenilenebilir kaynak entegrasyonunu kolaylaştırabilir. YZ destekli sistemlerin binalarda enerji verimliliği sağlamada önemli rol oynayabileceği ifade edilmektedir. Üstelik enerji tasarruflu bu uygulamaların enerji verimliliği açısından kritik öneme sahip olduğu savunulmuştur. Bina otomasyon sistemlerinde sensör verilerini kullanarak ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerini optimize ederek enerji kullanımını %30'a kadar azaltmanın mümkün olduğu hesaplanmıştır.[919]

YZ sistemleri enerji verimliliği ve emisyon azaltımı sağlanması amacı ile özellikle enerji şebekelerinin yönetiminde, yenilenebilir enerji kaynaklarının öngörülmesinde ve sanayi süreçlerinin optimize edilmesinde de kullanılarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunabilir.[920] YZ, sanayide üretim süreçlerindeki enerji tüketimini analiz ederek, gereksiz enerji harcamalarını azaltmak için makinelerin çalışma sürelerini ve sıcaklık ayarlarını optimize edebilir.

Ulaşım ve lojistikte enerji tüketiminin azaltılması için trafik akışını analiz ederek sinyal sistemleri optimize edebilir ve elektrikli araçlar ile filo yönetimini verimli hale getirebilir. OECD tarafından yapılan bir çalışma[921], YZ desteği ile trafik yoğunluğunun azaltılarak %10-15 oranında yakıt tüketimini düşürebileceği de hesaplanmıştır. YZ sistemleri şirketlerin karbon salımı verilerini analiz ederek çevresel etki skorlarını daha doğru ve şeffaf şekilde hesaplayabilir. YZ tabanlı izleme sistemlerinin karbon emisyonu raporlamasında doğruluğu artırmasının, dolaylı olarak verimlilik artışını destekleyeceği belirtilmektedir.

YZ sistemleri, enerji sistemlerinde verimlilik artışı, emisyon azaltımı, kaynak tasarrufu gibi çevresel sürdürülebilirlik açısından dönüştürücü bir potansiyele sahiptir. Ancak bu teknolojilerin kendi enerji ayak izi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle öncelikli olarak verimli YZ politikaları geliştirilmeli, güvenilir sistemler oluşturulmalı ve döngüsel yapay zekâ yaklaşımları desteklenmelidir.

2.4.2 Biyoçeşitliliğin Korunması ve İzlenmesi

Biyolojik çeşitlilik, ekosistemler ve insanoğlu için elzem olan, yaşamı destekleme sürecini sürdürebilme yeteneğinin varlığı ve sağlıklı çevrenin bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Biyoçeşitliliği oluşturan temel bileşenler türlerin çeşitliliği, genetik

[919] UNEP (2022). Global Status Report for Buildings and Construction. https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[920] IEA (2025). Energy and AI, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/energy-and-ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[921] OECD (2021). ITF Transport Outlook 2021. https://www.oecd.org/en/publications/itf-transport-outlook-2021_16826a30-en.html. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliği şeklinde sınıflandırılmaktadır.[922] Tür çeşitliliği genellikle belli coğrafi sınırlar içindeki türlerin toplam sayısı kapsamındaki çeşitliliğini ifade eder. Genetik çeşitlilik, kalıtsal olarak geçen, varoluşun fiziksel ve biyokimyasal karakteristiklerini belirleyen biyokimyasal paketlerdir. Her bir tür, popülasyon, varyete, alt-tür ya da ırk içindeki gen farklılıklarına göre ölçülür. Ekosistem çeşitliliği ise o ekosistemi oluşturan tüm bitki ve hayvanlar ile toprak, su, hava, mineraller gibi bütün varlıklardan oluşan zenginliğinin bütünlüğünü tanımlar. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve izlenmesi, gelecek kuşakların yaşamsal sistemlerini koruma sorumluluğumuzun en önemli halkasıdır. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve izlenmesinin etkin olması için öncelikli olarak bu parametrelerin tarım, balıkçılık, ormancılık ve koruma alanları gibi doğa koruma alanları olarak belirlenen alanlar özelinde ele alınması, konuya ilişkin politikalar geliştirilmesi bir zorunluluktur.

UNDP, ülkelerin yerel YZ ekosistemlerini güçlendirmesini desteklediğini deklare etmiş, prensiplerini beş temel üzerinden belirlemiş ve bu desteğini Global Dijital Compact inisiyatifiyle de göstermiştir.[923] UNDP tarafından ülkelerin yerel YZ ekosistemlerini güçlendirmesi için belirlediği temeller veri, ekosistem kapasitesi, güven ve güvenlik, işbirliği ve finansman ile yeşil hesaplama başlıklarından oluşmaktadır. Yeşil hesaplama "Green Compute" parametresi biyoçeşitliliğin korunması ve izlenmesi konusunu temsil eder. Yeşil hesaplama "Green Compute" kapsamındaki tavsiye de karar vericilerin, yeşil bilgi işlem altyapısını oluşturmaları ve merkezi olmayan bilgi işlemeye erişimi kolaylaştırmaları yönündedir.[924] Yeşil hesaplama sistemlerini kurgulamak için modellerin keşfedilip, ürünleştirilmesi ve bunların sübvansiyonlu oranlarda bir hizmet olarak sunulmasının sağlanmasını savunmaktadır. Çeşitli gelişmekte olan ülke bağlamında yeşil hesaplamaya erişilmesini ve YZ yetkinliklerinin büyümesinin desteklenmesi için Yeşil Hesaplama Koalisyonunu kurulmasını da desteklemektedir. Bu çabaların nihai hedefi özellikle gelişmekte olan ülkeler için yenilenebilir-kaynaklı olarak önerilen "Yeşil Hesaplama/Green Compute" ile karbon yoğunluğunu azaltmak, YZ desteği ile çevresel sürdürülebilirliğe olumlu katkı yapmaktadır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı UNEP de YZ'nin çevresel etkileri odağında çeşitli çalışmalar yapmakta ve konuyu etraflıca ele aldığı raporlarında uygulamalara da yer

[922] TÜBİTAK. (2022). Biyolojik Çeşitlilik-Doğa Koruma Ve Sürdürülebilir Kalkınma. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2023-10/EK-14_1.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[923] UN Global Digital Compact (2024). Global Digital Compact. https://www.un.org/digital-emerging-technologies/global-digital-compact. (Erişim Tarihi: 30.06.2025)
[924] UNDP (2025). Artificial Intelligence AI for Sustainable Development. https://www.undp.org/digital/ai. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

vermektedir. Örneğin sensör verilerini işleyerek metan kaçaklarını saptama gibi çevre izleme uygulamalarını desteklemekte; YZ sistemlerinin sürdürülebilir uygulamaları güçlendirdiğini vurgulayarak çevresel izleme ve iyileştirme çalışmalarına yapabileceği katkılara dikkat çekmektedir.[925]

WEF'in[926] "Yapay Zekânın İklim Değişikliğiyle Mücadeleye Yardımcı Olmasının 9 Yolu/9 Ways AI is Helping Tackle Climate Change" çalışmasında ise YZ'nin iklim değişikliği ile mücadele için kullanılabileceği 9 çözüm sunulmuştur. YZ sistemleri ile özellikle buzulların izlenmesi, ormanlık arazilerinin takibi, aşırı hava öngörüsü, okyanusların izlenmesi ve atık ayrıştırma gibi uygulamalarla elde edilecek kazanımlar değerlendirilmiştir. YZ sistemlerinin sera-gazı emisyonlarını düşürme, iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin izlenmesi, veri toplanması ve tespitleri konusunda verebileceği olumlu destek potansiyeli ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu ve benzeri çalışmalar YZ sistemlerinin iklim değişikliği, biyoçeşitlilik ve çevresel sorunlara çözüm getirme potansiyelini kapsamlı şekilde değerlendirmektedir.

Çevresel sürdürülebilirlik ile doğrudan ilişkili alanlar tarım, balıkçılık, ormancılık ve koruma alanlarıdır. Tarım, sürdürülebilir çevre açısından en kritik alanlarının başından gelmektedir. Dünya tarımsal üretiminin %84'ü, sayısı 540 milyonu bulan çiftliklerde gerçekleşmekte ve bu çiftliklerin sağlıklı olarak işletilmesi, tüm dünya için gıda erişimi ve güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.[927] YZ destekli hassas tarım teknikleri ile su, gübre ve pestisit kullanımı azaltılırken, ürün verimi artırılarak üretim maliyetlerinde düşüş sağlanabilir ve ekosistemin sağlığına önemli bir destek verilebilir. Bu şekilde tekil ve küçük çiftliklerin kalkınmasına destek sağlanabilir. Bunun gerçekleşmesi tarımda verimlilik, kaynak tasarrufu sağlaması ve yerel küçük çiftçilerin korunmasının yanı sıra gıda güvenliği açısından da önemli bir kazanım sağlayacaktır.

Çevresel sürdürülebilirlik ile doğrudan ilişkili bir diğer konu ise atık yönetimidir. Örneğin YZ destekli görüntü işleme sistemleri ve sensörler sayesinde, atık ayrıştırma süreçleri otomatikleştirilebilir, geri dönüşüm oranları artırılabilir. Böylece etkin bir atık yönetimi sistemi ile geri dönüşüme güçlü bir destek verilebilir, ileri dönüşüm yaklaşımının

[925] UNEP (2024). Artificial Intelligence (AI) end-to-end: The Environmental Impact of the Full AI Lifecycle Needs to be Comprehensively Assessed - Issue Note. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/46288. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[926] WEF (2024b). 9 ways AI is helping tackle climate change https://www.weforum.org/stories/2024/02/ai-combat-climate-change/. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[927] FAO, 2024. Artificial Intelligence: the Next Frontier in Agrifood Systems Transformation. https://www.fao.org/brussels/news/news-detail/artificial-intelligence--the-next-frontier-in-agrifood-systems-transformation/en. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yaygınlaşması sağlanabilir ve döngüsel ekonomi sistemlerinin benimsenmesi gerçekleşebilir. İklim tahmin sistemlerinin YZ destekli gelişimleri de biyoçeşitliliğin korunması ve izlenmesi kapsamında ele alınabilir. Bu kapsamda, YZ destekli sistemlerle hava olaylarını ve iklim değişikliği etkilerini daha hızlı ve doğru modelleyerek erken uyarı sistemleri güçlendirilebilir ve bu sayede müdahale için afet öncesinden hazırlıklara başlanabilir, zaman kazanılabilir.

YZ sistemlerinin biyoçeşitliliğin korunması ve izlenmesine katkı verecek şekilde kullanımı geleceğimizi güvence altına almak adına çok hayatidir. Başarılı uygulamaları ile tarım, balıkçılık, ormancılık ve koruma alanları gibi doğa koruma olarak belirlenen alanlarda ve verimli atık yönetiminde de anlamlı kazanımlar elde etmek mümkün olacaktır.

2.4.3 Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim

Enerji verimliliğinin, kaynak ve atık yönetiminin doğru politikalarla geliştirilip, politikalar üzerine yapılandırılan YZ sistemleri ile optimize etmek, doğrusal olarak sürdürülebilir üretim yönetimine de önemli kazanımlar sağlayacaktır. Zira sürdürülebilir üretim, çevresel etkileri en aza indiren, enerji ve doğal kaynakları verimli kullanan, toksik madde ve atık üretimini azaltan üretim süreçlerini ifade eder.[928] Sürdürülebilir çevre açısından yapay zekâ sistemlerinin sorumlu üretim modellerine katkı yapması birçok alanda ve boyutta mümkündür.

Tedarik zincirlerinin optimize edilmesi bu alanlardan biridir. YZ sistemleri ile lojistik iyileştirmeleri yapılabilir, hammaddeler izlenebilir, her açısından optimizasyon sağlanabilir ve üretim süreçlerindeki çevresel etkilerin azaltılması açısından anlamlı katkı sağlanabilir. Enerji ve su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayarak kaynakları koruyabilir ve karbon ayak izini azaltabilir. YZ sistemleri aracılığıyla üretim fazlası, kusurlu ürün ve yan ürünler analiz edilerek yeniden kullanıma en uygun şekilde ayrıştırılabilir ve yeniden üretime girerek hem atıkların azaltılması hem de döngüsel ekonomi şartları oluşturulabilir.

Üretim hatlarında uygulanan YZ tabanlı sensör sistemleri ve tahmine dayalı bakım algoritmalarının hammadde israfını azaltması ve bu sistemlerin enerji tüketimini optimize ederek karbon salımını azaltmaya destek vermesi mümkündür. UNEP ve ITU ortak çalışması[929] "Sürdürülebilir YZ/Sustainable AI" raporuna göre, YZ sistemleri, üretim

[928] UNEP (2007). Environmental agreements and cleaner production. https://www.unep.org/resources/report/environmental-agreements-and-cleaner-production. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[929] UNEP ve ITU (2025). Coalition for Environmentally Sustainable Artificial Intelligence. https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-coalition-aims-put-artificial-intelligence-more-sustainable-path. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

tesislerin karbon emisyonlarını gerçek zamanlı izleyip raporlayarak, karbon nötr üretim hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. YZ sistemleri, üretim süreçlerini verimleştirerek endüstriyel geri dönüşümleri kolaylaştırabilir. Tüm bu araçlar iş modellerine adapte edilerek sürdürülebilir üretim modelleri geliştirilebilir. Bu şekilde sürdürülebilir üretim başka bir deyişle, çevresel etkileri en aza indiren, enerji ve doğal kaynakları verimli kullanan, toksik madde ve atık üretimini azaltan üretim süreçleri, YZ desteği ile daha etkin hale getirilebilir.

Sürdürülebilir tüketim ise bireylerin ve toplumların temel ihtiyaçlarını karşılamakla birlikte, doğal kaynakları insanoğlunun ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tüketim davranışlarının gerçekleşmesidir.[930] Sorumlu tüketim davranışlarının teşvik edilmesini ve sanayi dünyasından farklı olarak kamu bilinçlendirmesini kapsar.

YZ sistemleri tüketici farkındalığını artırmaya destek verebilir. Kullanıcı verilerine dayalı öneri sistemleri ile bireylerin daha düşük çevresel etkili ürün ve markaları tercih etmeleri desteklenebilir. Örneğin tüketici davranışlarını esas alarak kişiye düşük karbonlu ürün önerileri sunarak, ileri dönüşümü önceliklendirerek veya markaların emisyon salınımlarını şeffaf şekilde raporlayıp tüketicilerle paylaşarak, çevresel etkisi daha az ürün ve markalara yönelik farkındalık sağlayabilir. Bu aktivasyonlar, bilinçli tüketim kararlarının alınmasına ve kurumsal hesap verebilirlik çalışmalarının artmasına teşvik yaratacaktır.

YZ sistemleri, tüketici alışkanlıklarından yola çıkarak marketlerde, restoranlarda ve evlerde gıda israfının azaltılmasına yönelik akıllı çözümler sunabilir ve gıda israfının önüne geçilmesine destek verebilir. Karbon ayak izi, su tüketimi gibi konularda bireyleri hem bireysel tüketim hem kamusal kaynaklar açısından bilgilendirmeye ve yönlendirmeye yardımcı olabilir.

2.4.4 Riskler ve Öneriler

YZ sistemlerinin kullanımının olumsuz senaryoları, oluşturabileceği riskler oldukça fazladır. Riskler abartılmış büyüme tahminleri, enerji tüketimi ve karbon ayak izi büyümesi, bilinçsiz ve manipülatif tüketim, e-atık üretimi ve donanım bağımlılığı, yeşil-yıkama (green-washing) ile yanlış politikaların otomasyonu ve veri temelli sürdürülemezlik riski olmak üzere 6 ana konu etrafında aşağıdaki şekilde şekillenmektedir:

1. Abartılmış büyüme tahminleri

[930] UNEP (2007). Environmental agreements and cleaner production. https://www.unep.org/resources/report/environmental-agreements-and-cleaner-production. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Prof. Dr. Daron ACEMOĞLU "Yapay Zekânın Basit Makro-ekonomisi/ The Simple Macroeconomics of AI" çalışmasında gerçek toplam faktör verimliliği (total factor productivity- TFP) artışlarının gelecek 10 yılda %0,71 civarında kalabileceğini ve iyi tasarlanmamış otomasyonun refahı azaltabileceğini hesaplamıştır.[931] Bu hesap aynı şekilde çevresel sürdürülebilirlik alanındaki olumsuz etkiler açısından da geçerlidir. YZ sistemlerinin kullanımının ortaya çıkardığı çevresel zararların, sağlayacağı çevresel kazanımları tersine çevirememe olasılığı mevcuttur.

2. Enerji tüketimi ve karbon ayak izi büyümesi

Büyük YZ modellerinin hem geliştirilmesi hem tüketilmesi süreçlerinde yüksek miktarda enerji tüketimi ve karbon salımını gerçekleşmektedir. Microsoft Mayıs 2024'te ChatGPT'nin veri merkezlerinin genişlemesi nedeniyle, karbon emisyonlarının 2020'den bu yana neredeyse %30 arttığını duyurdu. Google da 2023 GHG emisyonlarının, büyük ölçüde veri merkezlerine bağlı enerji talebi nedeniyle, 2019'a göre neredeyse %50 oranında yükseldiğini açıkladı.[932]. IEA YZ uygulamalarının çalıştırıldığı veri merkezlerinin artan enerji talebine dikkat çekmiş ve senaryosunda bu altyapıların 2030'a kadar küresel elektrik talebini %3'ten fazla yükseltebileceğini belirtmiştir.[933]

WEF analizleri de generatif YZ'ye güç veren veri merkezlerinin, şirket emisyonlarını reel olarak arttırdığını belirtmiştir.[934] YZ sistemlerinin veri merkezleri sadece enerji değil soğutma ihtiyacı da ciddi çevresel zararlara neden olmaktadır. Veri merkezleri şimdiden hem enerji hem su kaynakları üzerinde baskı oluşturmaya başlamıştır. Özellikle büyük dil modelleri ve derin öğrenme sistemlerinin, büyük miktarda elektrik ve su tüketerek karbon salınımına yol açtığı bilinmektedir.[935] UNCTAD raporunda Microsoft'un ChatGPT-3 eğitimi için 700 bin litre içilebilir su tükettiğine yer verilmiştir.[936] Tek bir büyük dil modeli eğitiminin bile çevresel bedeli göz ardı edilemeyecek kadar yüksektir. Bu miktarlar, su stresi yaşayan bölgelerde toplumsal tepkileri tetiklemekte ve su ayak izini küçültme çabalarına zarar

[931] Acemoglu, Daren (2024). The Simple Macroeconomics of AI. https://economics.mit.edu/sites/default/files/2024-04/The%20Simple%20Macroeconomics%20of%20AI.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[932] WEF (2025). Industries in the Intelligent Age' at Davos 2025. https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions/. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[933] IEA (2024). World Energy Outlook 2024. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[934] WEF (2025). Industries in the Intelligent Age' at Davos 2025. https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions/. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[935] IEA (2024). World Energy Outlook 2024. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[936] UNCTAD (2024). Digital Economy Report 2024: Shaping an environmentally sustainableand inclusive digital future. https://unctad.org/system/files/official-document/der2024_en.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

vermektedir.

Bu veriler yaygınlaşan YZ sistemlerinin kullanımının verdiği zararların, sağlayacağı çevresel kazanımları tersine çevirememe olasılığının ve iklimsel geri tepme riskinin ne kadar önemli olduğunu hatırlatmaktadır.

3. Bilinçsiz ve manipülatif tüketim

OECD, kişiselleştirilmiş öneri sistemlerinin kimi zaman aşırı tüketimi teşvik ettiğini, özellikle hızlı moda ve hızlı tüketim alanlarında geri sıçrama etkisi (rebound effect) doğurabileceğini belirtmektedir.[937] Ayrıca üretken modellerin kişiselleştirilmiş verilerle talep tetikleyerek toplam tüketimi artırma riskini taşıdığı da bilinmektedir. Son olarak YZ destekli sistemlerin tüketicilerin kişisel verilerinin sürekli toplanmasını, büyük bir verinin sürekli işlenmesi anlamına geldiğinden hem çevresel hem de etik ve sosyal sürdürülebilirlik risklerini de barındırmaktadır.

4. E-atık üretimi ve donanım bağımlılığı

YZ destekli cihaz ve sensör sistemlerinin yaşam döngüsü sınırlı olmakta, kullanımının yaygınlaşmasıyla, cihaz tüketimi artmakta ve bu da elektronik atıkların çoğalmasına neden olmaktadır. UNITAR 2022'de 62 Mt e-atık üretildiğini ve geri dönüşüm oranının yalnızca %22,3 olduğunu, e-atığın 2030'da 82 Mt'a fırlayarak geri kazanım açığını daha da büyüteceğini öngörmektedir.[938]

YZ dönüşümünde insanın bilişsel gücüne olan ihtiyacının ve bir nevi dış belleğinin makinelere devredilmesi öngörülmektedir. Bu durum insanoğlunun, hayatını idame ettirmeden iş yapma sürecine her alanda cihaza bağımlı olma riskini barındırmaktadır.

5. Yeşil-yıkama (green-washing) riski

Çeşitli raporlar bazı şirketlerin YZ destekli ESG (Environmental, Social, Governance) raporlamaları ile gerçek uygulamaları arasında tutarsızlık bulunduğunu ve bu durumun yeşil badana (greenwashing) riskini büyüttüğünü vurgulamaktadır. Kurumların ESG verilerinin hatalı/eksik beyanlarının yatırımcıları yanıltabileceğini ve yaptırım riskini yükselttiği de belirtilmektedir. WEF'in 3 bin yöneticili anketi, şirketlerin %40'ının ESG raporları ile fiili iş

[937] OECD (2025). Leveraging digital business models, tools and technologies for reliable environmental information and consumer engagement in the circular economy. OECD Digital Economy Papers (377). https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/leveraging-digital-business-models-tools-and-technologies-for-reliable-environmental-information-and-consumer-engagement-in-the-circular-economy_3a3881df/33c6e2bc-en.pdf. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[938] UNITAR (2024). Global E-waste Monitor 2024. Global e-Waste Monitor 2024: Electronic Waste Rising Five Times Faster than Documented E-waste Recycling. https://unitar.org/about/news-stories/press/global-e-waste-monitor-2024-electronic-waste-rising-five-times-faster-documented-e-waste-recycling. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

stratejileri arasında kopukluk yaşadığını; YZ verisinin yanlış kurgulanması halinde "sürdürülebilirlik iddiası vs. sürdürülebilir uygulama" ikilemini derinleştirebileceğine dikkat çekmektedir. Tüm bunlar YZ sistemlerinin sürdürülebilirlik hedeflerinden sapılması endişesini doğurmaktadır.

6. Yanlış politikaların otomasyonu ve veri temelli sürdürülemezlik

YZ sistemlerinin, var olan hatalı sürdürülebilirlik politikaları akıllı hale getirerek veya hatalı kararları ölçeklendirerek geri dönülmesi zor sorunlara yol açabilmesi mümkündür. Bu konu tüm paydaşların en temel kaygıları arasında yer almaktadır. YZ sistemleri yeterince çeşitli ve sağlıklı veri ile beslenmediğinde toplumsal sorunları ve eşitsizlikleri yeniden üretebilir, küçük işletmelerin kullanımında olmazsa veya yeterince istihdam sağlayamazsa ekonomik sorunları derinleştirebilir.

Tüm bu risklerin karşısında YZ sistemlerinin sürdürülebilir çevre açısından kazanım elde edilmesi için politika yapıcılara çeşitli öneri setleri geliştirilmiştir. Bu çalışmaların arasında bulunan Boston Consulting Group (BCG) çalışması dikkat çekicidir. BCG çalışmasında politika yapıcıların, YZ sistemlerinin çevre için kazanımlarını en üst düzeye çıkarmak ve risklerini en aza indirme konusunda üç kritik rolü benimsemesi gerektiğini savunmaktadır.[939]

Bu rollerden ilki "Enable AI for climate/ İklim için yapay zekâyı etkinleştirmektir." Bu rol, YZ'nin çevresel sürdürülebilirliğin yararı için kullanılmasını ve YZ'nin çevre için etkinleştirilmesini sağlamaktadır. İkinci rol "Deploy AI for climate/ İklim için yapay zekâyı yaygınlaştırmaktır." Kamuda YZ çalışmalarının kapsamlı desteklenmesi, özel sektörün gelişimini kolaylaştırıcı ve teşvik edici politikalar geliştirmeyi ifade etmektedir. Son rol ise "Guide AI for climate/ İklim için yapay zekâya rehberlik etmektir." Tüm çevresel ve sosyal sorumlulukları sahiplenmek, iklim eyleminde YZ'nin sorumlu bir şekilde kullanılmasını aktif çalışmalarla desteklemek, ödüllendirmek ve teşvik etmektir. Üç kritik politika ve sonuçları raporda ayrıntılarıyla açıklanmış, her biri için destekleyici politika hamlelerinin ve politika örneklerinin potansiyel bir listesi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.[940]

[939] BCG (2023) Accelerating Climate Action with AI https://web-assets.bcg.com/72/cf/b609ac3d4ac6829bae6fa88b8329/bcg-accelerating-climate-action-with-ai-nov-2023-rev.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[940] a.g.e.

Tablo 5. İklim için Yapay Zekâ: Kritik Politika Çıktılarının Özeti

<table>
<tr><th></th><th>İklim için
YZyı etkinleştirmek</th><th>İklim için
YZyı yaygınlaştırmak</th><th>İklim için
YZya rehberlik etmek</th></tr>
<tr><td>POLİTİKA ÇIKTILARI</td><td>Veri, teknoloji altyapısı ve yeteneklere erişimin ve kullanılabilirliğini sağlayın</td><td>Kamu da iklim için yapay zekâ çözümleri geliştirin ve özel sektör eylemlerini kolaylaştırın</td><td>Yapay zekânın çevresel ve sosyal açıdan sorumlu kullanımını teşvik edin</td></tr>
<tr><td rowspan="3">POLİTİKA ÖNERİLERİ</td><td>Veri toplama ve paylaşımını teşvik edin
İklim verisinin toplanmasını, ortak fayda ilkesiyle destekleyin</td><td>Kamunun önceliklerini tanımlayın ve bunlara uyun
İklim için yapay zekâ stratejilerini oluşturun ve uygulayın; örnek vakalar geliştirin</td><td rowspan="2">Yapay zekâ operasyonlarının çevresel etkilerini ele alın
Şeffaflığı sağlayın ve sürdürülebilir yapay zekâ uygulamalarının benimsenmesini kolaylaştırın</td></tr>
<tr><td>Teknolojiye erişimi ve uygun ücretli teknolojiyi sağlayın
Yapay zekâyı desteklemek için teknoloji altyapısına yatırım yapın ve yatırım yapılmasını teşvik edin</td><td rowspan="2">Özel sektörün benimsemesini teşvik edin
Yapay zekânın iklim çözümlerinde kullanımını hızlandırmak için teşvikler oluşturun</td></tr>
<tr><td>Farkındalığı artırın ve uzmanlık geliştirin
Yapay zekâyı iklim çözümlerine yönlendirmek için bilgi ve yetenek gelişimine yatırım yapın</td><td>Yapay zekânın iklim çözümleri için kullanımını sosyal sorumluluk bilinciyle teşvik edin.
Adaleti, kapsayıcılığı, güvenliği ve veri gizliliğini teşvik edin.</td></tr>
</table>

Kaynak: BCG (2023) Accelerating Climate Action with AI https://web-assets.bcg.com/72/cf/b609ac3d4ac6829bae6fa88b8329/bcg-accelerating-climate-action-with-ai-nov-2023-rev.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

OECD başta olmak üzere çeşitli kurumlar YZ sistemlerinin sürdürülebilir çevre açısından kazanım elde edilmesi için aşağıdaki politika önerilerini sunmaktadır.

Şeffaflık ve ölçümler: Özellikle enerji ve karbon metrikleri için standartlar oluşturulması. Küçük çiftçilerin, esnafın ve düşük gelirli grupların da veri setlerine yansıtılması ve tüm paydaşların kaynaklara erişimlerinin sağlanması.

Yeşil yapay zekâ ilkeleri: Düzenlemelerle çevre için yüksek riskli uygulamalara enerji-gaz-emisyon etkisi için yükümlülükler getirilmesi. Model boyutu yerine verimliliği optimize eden algoritmaların teşvik edilmesi.

Etki analizi ve güvenlik: Sosyal ve çevresel etkilerin analiz edilmesi ve EU Act çalışmasında olduğu gibi YZ sistemlerinin bir sınıflandırılmasının yapılması. Proje seçimlerinin "kaçınılan CO_2 / ilave CO_2" denkliğini gözeten, yaşam döngüsü analizleriyle yapılması.

Eğitim ve kapsayıcı büyüme: Yetkinlik setlerinin demografik ve istihdam ihtiyaçlarına

göre tüm paydaşların erişimine sunulması. İş gücünün dönüşümü için beceri geliştirme programlarının uygulanması ve dezavantajlı gruplar önceliklendirilmesi.

Sonuç olarak YZ sistemleri iklim kriziyle mücadele, sürdürülebilir çevre politikalarının uygulanması, üretim ve tüketim davranışlarının dönüştürülmesi, kapsayıcı hizmet sunumu ve verimlilik artışında güçlü bir kaldıraç olabilir. Ancak YZ, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada güçlü bir araç olduğu gibi kendi içinde sürdürülebilirlik ile çelişen ciddi riskler de barındırmaktadır. Yüksek enerji ve su tüketimi, risk altındaki biyoçeşitliliğe zarar vermenin yanı sıra toplumsal önyargılar ve eşitsizliğin derinleşmesi, istihdam daralması ve ekonomik sorunlar gibi riskleri de ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, YZ sistemlerinin sürdürülebilir fayda yaratması için entegre bir stratejiyle politikalar geliştirilmesi, etki analizleri yapılması ve kapsayıcı bir yaklaşım benimsenmesi zorunludur.

2.5 STRATEJİK KAZANIMLAR

YZ teknolojilerinin stratejik düzeyde sunduğu kazanımlar, modern devletlerin ulusal güvenlik kapasitelerini, diplomatik etkinliklerini ve kriz yönetimi yeteneklerini köklü biçimde dönüştürmektedir. Yüzyıllar boyunca güç; toprak, ordular ve ekonomik kudret ile tanımlanırken, bugün bu denkleme yeni ve çok önemli bir unsur eklenmiştir: veri ve bu veriyi işlemek için kullanılan zekâ. Bu yeni güç paradigmasında, bir laboratuvarda yaşanan ticari bir atılım, anında askeri ve güvenlik alanında sonuçlar doğurabilmektedir.[941] YZ teknolojileri, geleneksel yaklaşımların ötesinde veri merkezli karar alma, gerçek zamanlı tehdit analizi yapma ve öngörülü stratejik planlama imkânları sunarak, devletlerin 21. yüzyıl güvenlik ve diplomasi gereksinimlerine yanıt verebilme kapasitelerini önemli ölçüde artırmaktadır.

2.5.1 Ulusal Güvenlik ve Siber Savunma

YZ destekli siber savunma sistemleri, küresel güvenlik mimarisinde paradigmal bir dönüşüm yaratmaktadır. "Küresel yapay zekâ siber güvenlik pazarı"nın 2023 yılındaki 24,3 milyar dolarlık değerinden 2030 yılında 134 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.[942] Öngörülen bu büyüme, YZ teknolojilerinin %19,43'lük yıllık büyüme oranı ile siber güvenlik alanındaki stratejik önemini açıkça göstermektedir.[943] Küresel ölçekteki perspektifin ardından

[941] DiploFoundation. (2025) *AI diplomacy: Geo-politics, topics and tools in 2025*. Diplomacy.edu. https://www.diplomacy.edu/topics/ai-and-diplomacy (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[942] Kamran, R. (2025) *33+ AI statistics in cybersecurity for 2025*. AllAboutAI. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/cybersecurity (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[943] Charife, T. (2023) *AI in cybersecurity: A double-edged sword*. Deloitte. https://www.deloitte.com/middle-east/en/our-thinking/mepov-magazine/securing-the-future/ai-in-cybersecurity.html (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ABD örneğine bakacak olursak, federal hükümetin YZ harcamaları 2022 yılı Ağustos ayında 355 milyon dolardan 2023 yılı Ağustos ayında 4,6 milyar dolara çıkarak %1.200 artış göstermiştir. Bu fonların %95'i savunma uygulamalarına yönlendirilmiştir.[944] Bu devasa bütçe artışı, YZ'nin özellikle savunma alanında sunduğu somut ve radikal değişimler sunan yeteneklerin doğrudan bir yansımasıdır.

YZ destekli tehdit tespit sistemleri, geleneksel yöntemlere kıyasla %60 daha hızlı tehdit tespit kabiliyeti sunmakta ve kuruluşların kritik tehditleri belirleme kapasitesini ciddi şekilde artırmaktadır.[945] Bununla birlikte, siber güvenlik profesyonellerinin %70'i, YZ'nin daha önce fark edilmeyen tehditleri tespit etmede yüksek düzeyde etkili olduğunu bildirmektedir. Bu durum, ABD Savunma Bakanlığı'nın da belirttiği gibi, siber güvenliği uzun vadeli bir "yapay zekâya karşı yapay zekâ güç mücadelesi"ne dönüştürmektedir.[946] ABD'nin savunma stratejisinde YZ'ye verdiği önemi gösteren somut veriler bulunmaktadır. Örneğin Pentagon, 2024 mali yılı için YZ çalışmalarına 1,8 milyar dolar bütçe talep etmiştir. Ayrıca, 2021'de yapılan bir sayımda Savunma Bakanlığı'nın o tarihte dahi 685'ten fazla YZ projesi yürüttüğü belirtilmektedir.[947] ABD'deki bu stratejik yönelim, YZ'nin ulusal güvenlikteki rolünün küresel ölçekte nasıl algılandığını gösteren önemli bir örnektir.

Benzer bir stratejik yaklaşım Türkiye'nin ulusal politikalarında da görülmektedir. Komisyona bilgi veren (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN, Türkiye'nin UYZS kapsamında "güvenilir ve sorumlu yapay zekâ ekosistemi" oluşturma hedefinin altını çizmiş, bu doğrultuda STB, Türk Standartları Enstitüsü ve TÜBİTAK ile ortak bir çalışma yürüttüklerini ifade etmiştir.[948]

Türkiye'nin 2024-2028 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi de siber dayanıklılığı artırma ve küresel siber güvenlik liderliği hedeflerini YZ entegrasyonu ile desteklemekte; bu kapsamda yerli ve millî siber güvenlik teknolojilerinin geliştirilmesine özel bir önem atfetmektedir.[949] Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümesi (SAYZEK) aracılığıyla geliştirilen kapasiteler, ulusal güvenlik ekosisteminde YZ'nin stratejik rolünü

[944] Friedman, S. (2024) *Defense budget forces tough compute decisions as AI evolves*. GovCIO Media & Research. https://govciomedia.com/defense-budget-forces-tough-compute-decisions-as-ai-evolves (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[945] Martin, K. *AI cyber attack statistics 2025: Phishing, deepfakes & cybercrime trends*. Tech Advisors. https://tech-adv.com/blog/ai-cyber-attack-statistics (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[946] Cobalt. (2024) *Top 40+ AI cybersecurity statistics*. Cobalt. https://www.cobalt.io/blog/top-40-ai-cybersecurity-statistics (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[947] Ratnam, G. (2024) *Pentagon's priority on AI spending could shield it from cuts*. Roll Call. https://rollcall.com/2024/03/05/pentagons-priority-on-ai-spending-could-shield-it-from-cuts (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[948] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[949] Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024). *Ulusal siber güvenlik stratejisi ve eylem planı 2024-2028*. s.28.

pekiştirmektedir.[950] Türkiye'nin, bu ulusal adımları atarken aynı zamanda NATO içindeki rolünü ve standartlarını da göz önünde bulundurduğu ve otonom sistemlerini geliştirirken NATO girişimlerine katılmaya ve ittifak standartlarını dikkate almaya istekli olduğu belirtilmektedir.[951] NATO'nun 2024 yılında revize edilen YZ stratejisi, sorumluluk, açıklanabilirlik ve güvenilirlik prensiplerine dayanan altı temel ilke çerçevesinde, ittifak düzeyinde YZ entegrasyonunu hızlandırmayı hedeflemektedir.[952] NATO'nun bu stratejisi, YZ'nin artık sadece ulusal bir mesele olmaktan çıkıp uluslararası ilişkilerin ve diplomatik diyalogların merkezine yerleştiğinin en somut göstergelerinden biridir.

2.5.2 Dijital Diplomasi ve Uluslararası İş birlikleri

YZ teknolojileri, diplomatik süreçlerde veri analizi, öngörülü modelleme ve karar alma kapasitelerini köklü biçimde dönüştürmektedir. Bu dönüştürücü potansiyel, aynı zamanda teknolojinin sorumlu bir şekilde yönetilmesi için uluslararası yönetişim çerçevelerinin oluşturulmasını da gerekli kılmaktadır.[953] GPAI çerçevesinde, Türkiye dâhil 29 ülke, güvenli ve güvenilir YZ geliştirme konusunda işbirliği yapmaktadır.[954] 2023 Yeni Delhi Deklarasyonu ile belirlenen öncelikler, sorumlu YZ, veri yönetişimi ve inovasyonu kapsayan dört çalışma grubunda somutlaşmıştır.[955] YZ'nin yönetişimine yönelik bu uluslararası çabalar, teknolojinin küresel ölçekte ne kadar hızlı benimsendiğini ve pratik uygulamalara dönüştüğünü gösteren verilerle de desteklenmektedir. Nitekim McKinsey'in 2024 küresel araştırmasına göre, kuruluşların %78'i en az bir iş fonksiyonunda YZ kullanmaktadır ki bu oran 2024 başındaki %72'ye kıyasla 6 puanlık bir artışa işaret etmektedir.[956]

Küresel tablo bu şekildeyken, Türkiye'nin bu teknolojik dönüşümdeki yeri ve hedefleri de ulusal stratejilerle şekillenmektedir. Türkiye'nin 2021-2025 UYZS, uluslararası YZ

---

[950] Borchert, H., Schütz, T., & Verbovszky, J. (Eds.). (2024) *The very long game: 25 case studies on the global state of defense AI*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58649-1. s.332.
[951] a.g.e.
[952] North Atlantic Treaty Organization. (2024) *First-ever NATO-industry forum on quantum technologies*. NATO. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[953] Midfa, N. (2024) *Artificial intelligence in diplomacy: Transforming global relations and negotiations*. TRENDS Research & Advisory. https://trendsresearch.org/insight/artificial-intelligence-in-diplomacy-transforming-global-relations-and-negotiations (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[954] GIP Digital Watch. (2023) *Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI)*. https://dig.watch/actor/global-partnership-on-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[955] a.g.e.
[956] Chui, M., Hall, B., Singla, A., & Sukharevsky, A. (2023) *The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

çalışmalarında aktif katılımı vurgularken[957], Türk Devletleri ile ortak büyük dil modeli geliştirme hedefini Dışişleri Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Planı'nda belirtmektedir.[958] Bu stratejik vizyon, sivil toplum ve özel sektördeki somut adımlarla da desteklenmektedir. 2023 itibariyle Türkiye'nin YZ ekosisteminde listelenen 350 YZ girişimi, Türkiye'nin potansiyel teknolojik diplomasi kapasitesinin genişlediğini göstermektedir.[959] Bahsekonu potansiyelin pratikte ne anlama geldiğini teknolojiyi halihazırda diplomatik süreçlerine entegre eden ABD'nin çalışmalarında görmek mümkündür.

ABD Dışişleri Bakanlığı'nın 2015'ten beri YZ kullanımı ve Guinea'daki ABD Büyükelçiliği'nin ChatGPT ile medya özetlerini "saatlerden dakikalara" indirgemesi, diplomatik süreçlerde YZ'nin pratik faydalarını ortaya koymaktadır.[960] Bu tür yerel ve ulusal düzeydeki uygulamalar yaygınlaşırken, uluslararası toplum da YZ'nin küresel ölçekte yönetişimi ve standartları için ortak zeminler oluşturmaktadır. Bu ortak zemin arayışının en somut çıktılarından biri, 193 ülkenin üzerinde anlaştığı ve küresel bir normatif temel oluşturan UNESCO Yapay Zekâ Etiği Tavsiye Kararı'dır. GPAI gibi girişimler de bu ilkelerin pratiğe dökülmesi için uzmanlara bir alan sunmaktadır. Yönetişim çerçevelerinin yanı sıra yapay zekâ, diplomatik bir araç olarak da stratejik avantajlar sunmaktadır. Özellikle dil bariyerlerini aşarak iletişimi kolaylaştıran ve yabancı toplumlardaki eğilimlerin (sentiment) daha hızlı ve daha iyi anlaşılmasını sağlayan araçlar, diplomatik verimliliği artırmaktadır.[961] Bu teknolojilerin sağladığı analitik ve iletişimsel yetenekler, rutin diplomatik faaliyetlerin ötesine geçerek, acil müdahale gerektiren kriz yönetimi gibi alanlarda da somut çözümler sunma potansiyeli taşımaktadır.

2.5.3 Kriz Yönetimi ve Afet Müdahale Sistemleri

YZ teknolojileri, afet yönetimi ve acil durum müdahale sistemlerinde büyük dönüşüm sağlamaktadır. Küresel YZ afet yönetimi pazarının 2022'de 115,4 milyar dolarken 2030'da 195,20 milyar dolara ulaşması beklenmektedir, ki bu afet yönetimi pazarındaki stratejik

[957] Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021) *National artificial intelligence strategy 2021-2025*. Ağustos. https://cbddo.gov.tr/en/nais. s.16. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[958] Kurç, Ç. (2024) *Turkey's strategic balancing efforts amid the US–China AI confrontation*. Royal United Services Institute. Mart. https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/turkeys-strategic-balancing-efforts-amid-us-china-ai-confrontation (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[959] Borchert, H., Schütz, T., & Verbovszky, J. (Eds.). (2024) *The very long game: 25 case studies on the global state of defense AI*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58649-1. s.332.
[960] Manor, I. (2023) *Artificial intelligence & diplomacy*. Diplomatic Academy. Kasım. https://diplomaticacademy.us/2023/10/01/artificial-intelligence-diplomacy (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[961] Diplo. *AI and diplomacy*. https://www.diplomacy.edu/topics/ai-and-diplomacy (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

yatırımların büyüklüğünü göstermektedir.[962] Bu dönüşümün en somut örneklerinden biri, Google FloodHub modelinin 80 ülkede 7 güne kadar sel tahmini sunması ve geleneksel küresel hidroloji modellerini geride bırakmasıdır; bu durum YZ'nin öngörülü kapasitelerini ortaya koymaktadır.[963] Benzer şekilde, makine öğrenmesi temelli hava durumu tahmin modelleri de geleneksel modellere kıyasla binlerce kat daha hızlı ve düşük hesaplama maliyetiyle orta menzil tahminler üretmektedir.[964]

Küresel ölçekte BM Herkes İçin Erken Uyarı girişimi, 5 yıl içinde gezegendeki her kişiyi koruma hedefiyle YZ'yi temel teknoloji olarak konumlandırmaktadır.[965] Nitekim Türkiye'deki 2023 depremlerinden sonra xView2 gibi YZ destekli araçların Türkiye'de arama kurtarma ekipleri tarafından kullanılması, hasar değerlendirme ve kurtarma koordinasyonunda YZ'nin kritik rolünü göstermektedir.[966] Benzer şekilde Turkcell'in Galata sistemi, günde 100 milyardan fazla olayı işleyerek afetlerden etkilenen insanları gerçek zamanlı olarak ölçümlemekte ve stratejik karar alma süreçlerini desteklemektedir.[967]

YZ destekli simülasyon platformları, makine öğrenmesi ile senaryoya dayalı eğitim ortamları yaratarak ilk müdahale ekiplerinin hazırlık seviyesini artırmaktadır.[968] Eğitim ve simülasyonların ötesinde, YZ'nin sahadaki proaktif rolünü gösteren pek çok uluslararası örnek de bulunmaktadır: Filipinler'in PDRF-HANDA sistemi ve Meksika'nın Unidos por Ellxs platformu, YZ destekli afet risk azaltma yaklaşımlarının uluslararası örneklerine işaret etmektedir.[969] ALERTCALIFORNIA gibi girişimlerin kamera sistemleriyle yangınları tespit etmesi ve dijital ikizler kullanılarak oluşturulan YZ tabanlı yangın senaryolarıyla müdahale

---

[962] Hussan, M. (2024) *AI-powered solutions: Transforming disaster response*. LinkedIn. Ocak. https://www.linkedin.com/pulse/ai-powered-solutions-transforming-disaster-response-317cf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[963] Hankins, E. (2024) *AI for climate change: Managing floods using AI early warning systems*. Oxford Insights. Mayıs. https://oxfordinsights.com/insights/ai-for-climate-change-managing-floods-using-ai-early-warning-systems (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[964] D'Costa, K. (2025) *How AI can help cities prepare for natural disasters*. Time. Mayıs, https://time.com/7171445/ai-natural-disaster-cities (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[965] Hankins, E. (2024) *AI for climate change: Managing floods using AI early warning systems*. Oxford Insights. Mayıs, https://oxfordinsights.com/insights/ai-for-climate-change-managing-floods-using-ai-early-warning-systems (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[966] Heikkilä, M. (2023) How AI is actually helpful in a disaster response. *MIT Technology Review*. Şubat. https://www.technologyreview.com/2023/02/20/1068824/ai-actually-helpful-disaster-response-turkey-syria-earthquake (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[967] GSMA. (2019) *Utilising real-time mobile analytics to inform emergency disaster response in Turkey* [Case study]. GSMA. s.3.

[968] Juvare. (2025) *Integrating artificial intelligence into crisis management*. Juvare. Şubat. https://www.juvare.com/integrating-artificial-intelligence-into-crisis-management (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[969] United Nations Development Programme (UNDP) & United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2023). *Innovation in disaster management: Leveraging technology to save more lives*. Connecting Business Initiative. https://connectingbusiness.org. s.64-65. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

stratejilerinin optimize edilmesi, YZ'nin proaktif afet yönetimindeki rolünü pekiştirmektedir.[970] Bu sistemlerin etkinliği, temelinde yatan analitik güçten gelmektedir.

2.5.4 Stratejik Karar Alma Süreçlerinde Analitik Destek

YZ teknolojileri, stratejik karar alma süreçlerinde analitik destek kapasitesini köklü biçimde dönüştürmektedir.[971] Nitekim, ABD'de federal kurumların 2024 yılında YZ kullanımını 2023'e kıyasla ikiye katlaması ve 37 kurumun aktif YZ geliştirme ve dağıtım süreçlerini raporlaması, kamu sektöründe YZ'nin stratejik önemini göstermektedir.[972] Kamu sektöründeki bu yaygınlaşma, YZ'nin özel sektörde karar alma süreçlerine getirdiği belirtilen verimlilikle paralellik göstermektedir. Örneğin, hibrit YZ modelleri, pazar payı tahmininde %92, kâr büyüme oranında %91 ve müşteri memnuniyetinde %89 doğruluk oranlarına ulaşarak, geleneksel karar alma yöntemlerine kıyasla üstün performans sergilemektedir.[973]

2024 Devlet Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi'ne göre, 2024 yılında 12 yeni UYZS yayımlanmış (2023'ün üç katı), Ukrayna, Kosta Rika, Moldova ve Özbekistan gibi ülkeler vizyon, yönetişim ve veri erişilebilirliği boyutlarında önemli gelişme kaydetmişlerdir.[974] Ulusal stratejilerin başarısının, bu vizyonu hayata geçirecek yetenekli insan kaynağının yetiştirilmesine ve dijital kapasitenin artırılmasına bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu kapasitenin temelinde yatan en önemli unsur, sadece teknolojiye yapılan yatırım değil, aynı zamanda bu teknolojiyi üretecek ve kullanacak nitelikli insan kaynağına yapılan yatırımdır. Nitekim Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT, 18 Mart 2025 tarihli sunumunda, "Eğer iyi futbolcularınız yoksa takımınız şampiyon olamaz; bunu defaatle biliyoruz. Aynı şekilde de iyi mühendislerimiz, yazılımcılarımız, eğer yeterli yazılımcılarımız olmazsa, firmalarımıza ne kadar teşvik verirsek verelim, onlar bu insanları işe alamadıkları sürece bir değer yaratamayacaklar" diyerek beşerî sermayenin stratejik öneminin altını çizmiştir.[975] Bu yaklaşım, teknolojik yatırımların etkinliğinin insan kaynağı

---

[970] Capitol Technology University. (2024) *Using AI for Disaster Management in Wildfire Scenarios*. Capitol Technology University. Ekim. https://www.captechu.edu/blog/ai-systems-for-disaster-management-in-wildfire-prevention (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[971] TRENDS Research & Advisory. (2024) *Artificial Intelligence in Diplomacy: Transforming Global Relations and Negotiations*. TRENDS Research & Advisory. Ekim. https://trendsresearch.org/insight/artificial-intelligence-in-diplomacy-transforming-global-relations-and-negotiations (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[972] Martorana, C. *AI in Action: 5 Essential Findings from the 2024 Federal AI Use Case Inventory*. (2025) CIO.gov. Ocak. https://www.cio.gov/ai-in-action/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[973] Pu, Y., Li, H., Hou, W. vd. (2025) The analysis of strategic management decisions and corporate competitiveness based on artificial intelligence. *Sci Rep* 15, 17942. Mayıs. https://doi.org/10.1038/s41598-025-02842-x, s.9. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[974] Oxford Insights. *The Government AI Readiness Index 2024*. https://oxfordinsights.com/ai-readiness/ai-readiness-index/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[975] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

kalitesiyle doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Dijital kapasitesinin artırılması bağlamındaki başarılı uygulamalardan biri olarak BAE'nin etkileşimli YZ platformu "Jahiz" de gösterilmektedir. Jahiz, 53.000'den fazla kullanıcı için 1 milyonun üzerinde eğitim saati sunarak, veri analizi ve YZ becerilerinde kapasite geliştirme örneği oluşturmaktadır.[976] Kamu sektöründeki bu tür yetenek geliştirme çabaları, YZ'nin stratejik öneminin bir göstergesiyken, benzer bir eğilim özel sektörün tepe yönetiminde de gözlemlenmektedir. Nitekim, CEO'ların %40'ı, üretken YZ'yi karar alma süreçlerinde kullandıklarını bildirmekte; bu oranın önümüzdeki yıllarda çok daha artması beklenmektedir.[977]

YZ'nin liderler düzeyindeki bu küresel yayılımı, ülkeleri de kendi ulusal stratejilerini oluşturmaya ve bu alandaki ekosistemlerini güçlendirmeye yöneltmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin 2021-2025 UYZS, (mülga) Dijital Dönüşüm Ofisi koordinasyonunda "Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi"ni oluşturarak, TÜBİTAK Yapay Zekâ Enstitüsü bünyesinde Sektörel Ortak Yaratım Laboratuvarları kurulmasını öngörmektedir.[978] Bu tür ulusal stratejilerle kurulan ekosistemlerin temel amacı ekonomik değer yaratmak olsa da, yapılan yatırımların getirisini ölçmek ve üst yönetime kanıtlamak, uygulamada karşılaşılan en büyük zorluklardan biridir. Nitekim, Gartner araştırmasına göre, 2024 yılında GenAI girişimlerine ortalama 1,9 milyon dolar harcama yapılmasına rağmen, YZ liderlerinin %30'undan azının bu yatırımların CEO'ları memnun edecek bir getiri sağladığını aktarmaktadır.[979]

Üretken YZ alanındaki bu mevcut zorluklar, YZ'nin diğer uygulama alanlarındaki potansiyelini gölgelememektedir. Geleceğe yönelik projeksiyonlar, özellikle siber güvenlik gibi alanlarda YZ'nin dönüştürücü bir güç olacağını öngörmektedir. Nitekim, 2028 yılına kadar tıpkı bir takım gibi, farklı görevleri üstlenen YZ'lerden oluşan kolektif sistemlerin tehdit tespiti ve olay müdahalesinde %5'ten %70'e yükselme projeksiyonu, personeli

[976] Federal Authority for Government Human Resources. (2024) *Launching the second edition of "Jahiz" platform enhanced with AI technologies and specialized skills*. Mayıs. https://www.fahr.gov.ae/en/news/launching-the-second-edition-of-jahiz-platform-enhanced-with-ai-technologies-and-specialized-skills/ (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[977] Meissner, P., & Narita, Y. (2023) *Artificial intelligence will transform decision-making. Here's how*. World Economic Forum. Eylül. https://www.weforum.org/stories/2023/09/how-artificial-intelligence-will-transform-decision-making (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[978] (Mülga) CBDDO. (2021). *Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025*. Cumhurbaşkanlığı. https://cbddo.gov.tr/assets/docs/tuai/Ulusal_Yapay_Zeka_Stratejisi_TR.pdf, s.9. (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

[979] Khandabattu, H. (2025) *The 2025 Hype Cycle for Artificial Intelligence goes beyond GenAI*. Gartner. Temmuz. https://www.gartner.com/en/articles/hype-cycle-for-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

değiştirmek yerine YZ'nin güçlendirici rol oynayacağını göstermektedir.[980] YZ'nin bu denli kritik alanlarda benimsenmesi, beraberinde hem operasyonel verimlilik hem de etik sorumluluk gereksinimlerini getirmektedir. Kapsamlı YZ yönetişim platformları uygulayan kuruluşların, YZ ile ilgili etik olaylarda %40 azalma yaşadıkları[981]; 2026 yılına kadar devlet kurumlarının %70'inden fazlasının insan karar alma süreçlerini güçlendirmek için makine öğrenmesi ve üretken YZ kullanmayı planladıkları belirtilmektedir.[982]

YZ, geleceğin ekonomik, toplumsal ve teknolojik dönüşümünde belirleyici bir güç olarak öne çıkmaktadır. G20 ülkesi olan Türkiye'nin bu konumu ile uyumlu olacak şekilde, uluslararası YZ hazırlık endekslerinde orta vadede ilk 20, uzun vadede ise ilk 10 ülke arasına yükselmesi hedeflenmektedir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi için endekslerin alt bileşenlerinin ayrıntılı incelenmesi ve küresel rekabet gücümüzü artıracak bir yol haritasının oluşturulması kritik önem taşımaktadır.

Görüldüğü üzere YZ, verimlilikten etik yönetişim konusuna, karar alma süreçlerinden kamu hizmetlerinin sunumuna kadar geniş bir yelpazede devrim niteliğinde kazanımlar vaat etmektedir. Ancak bu teknolojinin yaygınlaşması; önyargı, güvenlik tehditleri, istihdamın değişimi ve mahremiyet ihlali gibi karmaşık riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, YZ'nin faydalarından etkin bir şekilde yararlanabilmek için karşılaşılması muhtemel tehlikelerin önleyici bir şekilde tespit edilmesi ve bunlara yönelik güçlü stratejiler geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır.

YZ, geleceğin ekonomik, toplumsal ve teknolojik dönüşümünde belirleyici bir güç olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'nin bu dönüşümde yalnızca takip eden değil, öncülük eden ülkelerden biri olabilmesi için uluslararası endekslerdeki konumunu stratejik bir kaldıraç olarak değerlendirmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, G20 ülkesi olan ülkemizin bu konumu ile uyumlu olacak şekilde orta vadede ilk 20, uzun vadede ise ilk 10 ülke arasına yükselmesi hedeflenmekte olup bunun için söz konusu endekslerin alt bileşenlerinin ayrıntılı biçimde incelenmesi, iyileştirmeye açık alanların tespit edilmesi ve küresel rekabet gücümüzü artıracak bir yol haritasının oluşturulması önem arz etmektedir. Atılacak bu adımlar sayesinde

[980] Sajid, H. (2025) *AI security trends 2025: Market overview & statistics*. Lakera. Haziran. https://www.lakera.ai/blog/ai-security-trends (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[981] Gartner, Inc. (2024) *Gartner identifies the top 10 strategic technology trends for 2025* [Basın bülteni]. Gartner. Ekim. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-10-21-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2025 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).
[982] Woollacott, E. (2024) *Gartner reveals the top trends for government technology use in 2024*. IT Pro. Nisan. https://www.itpro.com/business/public-sector/gartner-reveals-the-top-trends-for-government-technology-use-in-2024 (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

Türkiye, YZ ekosisteminde yalnızca kullanıcı değil, aynı zamanda yön veren ve standartları belirleyen bir aktör konumuna yükselecektir.

Öneriler

1. Ulusal Güvenlik ve Siber Savunmada Yerli Yapay Zekâ Kapasitesinin Geliştirilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Mevcut "Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi" hedefleri doğrultusunda, Savunma Sanayii Başkanlığı, TSK ve ilgili istihbarat kurumları bünyesinde, siber tehditleri proaktif olarak tespit eden, otonom sistemleri güvenli kılan ve stratejik karar alma süreçlerini destekleyen yerli ve millî YZ altyapılarının ve yeteneklerinin geliştirilmesine yönelik yatırımlar artırılarak bütüncül bir "Ulusal Yapay Zekâ Güvenlik Stratejisi" hazırlanmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, küresel YZ siber güvenlik pazarının 2030'da 134 milyar dolara ulaşacağı ve ABD'nin Pentagon aracılığıyla YZ'ye 1,8 milyar dolar bütçe ayırdığı belirtilmektedir. Bu alan, modern güvenlik mimarisinin ve "yapay zekâya karşı yapay zekâ güç mücadelesinin" merkezindedir. Türkiye'nin 2024-2028 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi'nde yerli teknolojilere vurgu yapması ve Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümesi'ni (SAYZEK) kurması, bu alandaki stratejik özerkliğin ulusal bekamız için vazgeçilmez olduğunun kabul edildiğini göstermektedir.

2. AFAD Bünyesinde YZ Destekli Risk Değerlendirme ve Müdahale Planlarının Geliştirilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Deprem, sel, orman yangınları ve endüstriyel kazalar gibi kriz ve afet durumlarında etkin müdahaleyi sağlamak amacıyla; farklı kurumlardan gelen verileri (meteoroloji, mobil operatör verileri, uydu görüntüleri, sosyal medya analizleri vb.) gerçek zamanlı analiz eden, kaynak optimizasyonu yapan ve müdahale senaryoları üreten YZ destekli risk değerlendirme ve müdahale planları AFAD bünyesinde geliştirilmeli ve güçlendirilmelidir.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, Türkiye'deki 2023 depremleri sonrası xView2 gibi yapay zekâ araçlarının hasar tespitinde kritik rol oynadığına değinilmekte ve küresel afet yönetimi pazarının 2030'da 195,20 milyar dolara ulaşmasının beklendiği vurgulanmaktadır. Doğal afetler Türkiye'nin en önemli stratejik risklerinden biridir. YZ tabanlı proaktif bir yönetim sistemi, can ve mal kaybını en aza indirerek ülkenin direncini artıracak ve müdahale kapasitesini güçlendirecektir.

3. Yapay Zekâ Diplomasisinin Geliştirilmesi ve Uluslararası Yönetişimde Aktif Rol Alınması (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Türkiye, GPAI gibi uluslararası platformlarda daha aktif rol almalı, Dışişleri

Bakanlığı bünyesinde bir "Teknoloji ve Yapay Zekâ Diplomasisi Birimi" kurmalıdır. Özellikle Türk Devletleri Teşkilatı gibi bölgesel örgütlerle ortak YZ standartları ve projeleri geliştirerek "yapay zekâ diplomasisini" dış politikanın etkin bir aracı olarak konumlandırmalıdır.

- **Gerekçe:** Bu bölümde, Türkiye'nin GPAI üyesi olduğu, uluslararası çalışmalara aktif katılımı hedeflediği ve Türk Devletleri ile ortak büyük dil modeli geliştirme vizyonuna sahip olduğu belirtilmektedir. Küresel YZ yönetişiminde kural koyucu bir aktör olmak, hem ulusal çıkarlarımızı koruyacak hem de teknoloji ihracatı ve uluslararası işbirlikleri için yeni kapılar açacaktır.

4. Yüksek Performanslı Hesaplama (HPC) ve Yarı İletken Altyapısının Kurulması (Vade: Uzun)

- Öneri: Yüksek performanslı hesaplama (HPC) altyapısını ve GPU kapasitesini artırmak amacıyla "Yapay Zekâ Süper Bilgisayar Merkezleri" kurulmalıdır. Startup'lar için kamu-özel destekli "AI Sandbox" (test ortamı) ve GPU havuzları oluşturulmalıdır. Buna paralel olarak, test-paketleme ve özgün tasarım alanlarında bölgesel bir merkez olacak şekilde bir yarı iletken (çip) üretim stratejisi geliştirilmeli ve hayata geçirilmelidir.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, yeni güç paradigmasının "veri ve bu veriyi işlemek için kullanılan zekâ" olduğu ve ABD'nin savunma bütçesinde "zorlu hesaplama kararları" ile karşı karşıya kaldığı belirtilmektedir. YZ teknolojilerini geliştirmenin temel hammaddesi olan hesaplama gücünde ve donanımda dışa bağımlılık, stratejik bir zafiyettir. Bu altyapıyı kurmak, Türkiye'nin kendi büyük dil modellerini eğitmesini ve teknolojik egemenliğini güvence altına almasını sağlayacak temel adımdır.

5. Nitelikli Yapay Zekâ Uzmanlarını Ülkeye Kazandırma Programlarının Başlatılması (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Yurt dışındaki yetenekli Türk araştırmacıları ve yabancı uzmanları ülkeye çekmek için "Tersine Beyin Göçü" ve "Yetkin YZ Uzmanı" gibi özel programlar oluşturulmalıdır. Bu programlar hızlandırılmış vize, rekabetçi araştırma fonları ve vergi teşvikleri gibi somut avantajlar sunmalıdır.
- **Gerekçe:** Bu bölümde, ulusal stratejilerin başarısının "yetenekli insan kaynağının yetiştirilmesine" bağlı olduğu vurgulanmaktadır. Küresel yetenek rekabetinde öne geçmek, Türkiye'nin YZ alanındaki inovasyon kapasitesini doğrudan etkileyecek ve ülkeyi BAE'nin "Jahiz" platformu gibi başarılı yetenek geliştirme merkezlerinden biri haline getirecektir.

6. Yerli Büyük Dil Modelleri ve "Milli Şampiyonlar" Programının Hayata Geçirilmesi (Vade: Orta)

- **Öneri:** Küresel firmalarla rekabet edebilecek yerli büyük dil modelleri (LLM) geliştirilmesi amacıyla kamu, akademi ve özel sektörden oluşacak bir konsorsiyum kurulmalı ve desteklenmelidir. Ayrıca, stratejik sektörlerde (savunma, sağlık, finans) küresel pazarda rekabet edebilecek "Milli Şampiyonlar" çıkarılması amacıyla yerli yapay zekâ girişimleri özel teşvik programlarıyla desteklenmelidir.

- **Gerekçe:** Büyük dil modelleri, dijital ekonominin yeni işletim sistemleridir. Bu alanda yerli ve millî bir alternatif geliştirmek, Türkiye'nin UYZS'sinde belirtilen ekonomik değer yaratma ve ekosistem kurma hedefleriyle tam uyumludur. Stratejik sektörlerde küresel markalar yaratmak ise Türkiye'nin yüksek teknoloji ihracatını ve ekonomik gücünü artıracaktır.

7. Kamu Alımlarında Yerli Yapay Zekâ Ürünlerine Öncelik Verilmesi (Vade: Kısa)

- **Öneri:** Kamu kurumları, YZ çözümleri tedarik ederken yerli ürünlere belirli bir avantaj sağlayan politikalar uygulamalıdır. İhale şartnamelerinde yerli YZ yazılımları için puan avantajı tanınması veya doğrudan temin yöntemleriyle yerli şirketlerden pilot alımlar yapılması bu politikanın araçları olabilir.

- **Gerekçe:** Kamu alımları, yerli teknoloji girişimleri için en önemli pazar oluşturma ve referans kazanma aracıdır. Bu stratejik teşvik -bu bölümde değinildiği üzere 2023 yılında- 350 YZ girişimini barındıran Türkiye ekosistemini güçlendirecek, AR-GE'yi canlandıracak ve millî teknoloji ekosisteminin olgunlaşmasını hızlandıracaktır.

8. Medyada Yapay Zekâ Kullanımı ve Dezenformasyonla Mücadele Kapasitesinin Artırılması (Vade: Orta)

- **Öneri:** Anadolu Ajansı gibi öncü kurumların liderliğinde, habercilikte dezenformasyon tespiti, içerik analizi, kaynak doğrulama ve otomatik etiketleme gibi YZ uygulamaları geliştirilmeli ve tüm medya sektörünün kullanımına sunulmalıdır.

- **Gerekçe:** Bu bölümde, siber güvenlik profesyonellerinin %70'inin YZ'nin "daha önce fark edilmeyen tehditleri" tespit etmede etkili olduğunu bildirdiği ve deepfake'lerin önemli bir siber suç trendi olduğu belirtilmektedir. Dezenformasyon, ulusal güvenliği ve toplumsal uyumu tehdit eden stratejik bir enformasyon tehdididir. Medya sektörünün YZ ile güçlendirilmesi, enformasyon ortamının güvenliğini artıracaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂNIN RİSKLERİ

Yapay zekâ (YZ) teknolojileri son yıllarda birçok alanda yaygın şekilde kullanılmakta ve kamu hizmetlerinden sağlığa, eğitimden güvenliğe kadar çeşitli sektörlerde önemli faydalar sağlamaktadır. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte bazı risklerin de ortaya çıktığı görülmektedir. YZ sistemlerinin hatalı kararlar vermesi, ayrımcılığa yol açması, kişisel verilerin güvenliğini tehdit etmesi veya şeffaflıktan ve hesap verebilirlikten uzak sonuçlar üretmesi, bu risklerin başlıcaları arasında yer almaktadır.

Bu çerçevede, YZ uygulamalarının yalnızca sağladığı fırsatlar üzerinden değerlendirilmesi yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda bu teknolojilerin doğurabileceği olumsuz etkilerin de öngörülmesi ve gerekli tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, "risk temelli yaklaşım" olarak adlandırılmakta olup birçok ülke ve uluslararası kuruluş tarafından benimsenmektedir.

Türkiye'nin YZ alanında atacağı adımların da benzer şekilde, teknolojik gelişmeyi desteklemenin yanı sıra bu gelişmenin güvenli, etik ve insan haklarına saygılı bir şekilde yönlendirilmesini amaçlaması gerekmektedir. Bu kapsamda risk yönetimi, YZ uygulamalarının güvenli ve sorumlu bir şekilde kullanılmasını sağlayacak temel unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

YZ sistemleri farklı işlevsel özelliklere ve kullanım alanlarına sahip olup toplumsal, hukuki, ekonomik ve teknik boyutlarda çeşitli riskler barındırmaktadır. Bu riskler, sistemin tasarlandığı alan, etkileşimde bulunduğu kullanıcı profili ve uygulandığı bağlama göre değişiklik gösterebilir. Bu nedenle, YZ sistemlerinin oluşturabileceği olası zararların kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilmesi için risklerin türlerine göre sistematik biçimde sınıflandırılması büyük önem taşımaktadır.

Risk sınıflandırması, yalnızca mevcut tehditleri tanımlamakla kalmamakta; aynı zamanda hangi YZ uygulamalarının daha sıkı denetim ve düzenlemelere tabi tutulması gerektiğini belirleme açısından da yol gösterici olmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde, kaynakların etkili kullanımı mümkün hale gelirken; kamu güvenliği, temel haklar ve toplumsal fayda gibi öncelikli alanlarda daha hassas bir denetim mekanizması kurulması sağlanabilir.

Uluslararası iyi uygulamalarda da benimsendiği üzere, risk sınıflandırmasına dayalı bir yaklaşım, düzenleyici otoritelerin teknolojiye bütüncül bakış açısıyla müdahil olmasına

olanak tanımakta; aynı zamanda kamu idareleri ile özel sektör arasında işbirliğine dayalı, sorumlu ve denetlenebilir bir YZ ekosisteminin gelişmesini desteklemektedir.

YZ'ye ilişkin risklerin genel olarak aşağıdaki başlıklar altında toplanması mümkündür:

- Operasyonel Riskler: YZ sisteminin beklenen performansı gösterememesi, yanlış sonuçlar üretmesi ya da karar verme süreçlerinde hatalara yol açması gibi durumları kapsamaktadır. Bu tür riskler, özellikle sağlık, adalet veya ulaşım gibi kritik alanlarda ciddi sonuçlar doğurabilmektedir.
- Güvenlik Riskleri: YZ sistemlerinin kötü niyetli kişiler tarafından manipüle edilmesi, siber saldırılara açık olması veya sistemin kendi içinde öngörülemeyen davranışlar sergilemesi bu grupta değerlendirilmektedir. Özellikle özerk çalışan sistemlerde bu risk daha da önem kazanmaktadır.
- Sosyal Riskler: YZ sistemlerinin ayrımcılığa yol açabilecek şekilde tasarlanması ve eğitim verilerinde yer alan önyargıları yansıtması sonucu, toplumsal adalet ilkesine zarar verebilecek uygulamalar ortaya çıkabilir. Ayrıca, bireylerin özel hayatına saygı, insan onuru ve özgür irade gibi temel etik ilkelerin zedelenmesi de bu kapsamda değerlendirilmektedir.
- Hukuki ve Etik Riskler: YZ sistemlerinin verdiği kararların hukuki sorumluluğunun belirlenememesi veya bu sistemlerin kullanımı sonucunda hak ihlallerinin ortaya çıkması gibi durumlar, düzenleyici boşluklara işaret etmektedir. Bu tür riskler, hukuki belirsizliklerin azaltılması açısından öncelikli olarak ele alınmalıdır.
- Ekonomik ve İstihdamla İlgili Riskler: YZ'nin bazı meslekleri dönüştürmesi veya ortadan kaldırması, iş gücü piyasasında belirsizliklere yol açabilmektedir. Ayrıca, büyük teknoloji şirketlerinin pazarda aşırı güç kazanması da rekabetin zedelenmesine neden olabilmektedir.

Bu bölümde riskler hem teknik hem de yönetişim boyutla ele alınacak; bu risklerin nasıl ortaya çıktığı, hangi koşullarda arttığı ve nasıl azaltılabileceği değerlendirilecektir. Ayrıca bu tür risklerin tespiti, izlenmesi ve sınırlanmasına yönelik kurumsal teknik araçlara da yer verilecektir.

3.1 KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE YAKLAŞIM

Bu bölüm, YZ sistemlerine ilişkin risklerin tanımlanması, sınıflandırılması ve değerlendirilmesine yönelik kavramsal ve metodolojik temelleri ortaya koymaktadır. YZ sistemlerinin giderek artan ölçekte karar verme süreçlerine entegre edilmesi, beraberinde çok

boyutlu risklerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu çerçevede, risk kavramı yalnızca teknik tehditlerle sınırlı olmayıp, etik, hukuki, toplumsal, ekonomik ve güvenlik boyutlarını da içerecek şekilde bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır.

Komisyon çalışmaları kapsamında, risk analizi süreci YZ yaşam döngüsü temelinde yapılandırılmış; bu bağlamda OECD, Avrupa Komisyonu, ISO/IEC ve NIST gibi uluslararası standart belirleyici kurumların YZ sistemlerine ilişkin yaşam döngüsü ve risk çerçeveleri referans alınmıştır. Özellikle OECD'nin tanımladığı veri toplama, model geliştirme, doğrulama, devreye alma ve izleme aşamaları boyunca karşılaşılabilecek risk alanları incelenmiştir.

Etik riskler; YZ sistemlerinin etik ilkelerle çatışabileceği durumları kapsamaktadır. Karar alma süreçlerinde insan denetiminin azalması, algoritmik önyargılar nedeniyle adalet ve eşitlik ilkelerinin zedelenmesi, şeffaflık ve hesap verebilirlik eksikliği bu kapsamda öne çıkan temel sorunlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, mahremiyetin ihlali ve bireylerin rızasının olmadan veri toplanması gibi uygulamalar da etik açıdan ciddi riskler doğurmaktadır. Mevcut durumda etik ilkeler listesi üzerinde uzlaşı bulunmayıp Rapor kapsamında bu ilkeler de ele alınacaktır.

Öte yandan YZ teknolojilerinin toplum üzerindeki dolaylı ve doğrudan etkileri, *sosyal riskler* başlığı altında ele alınmaktadır. Bunlar arasında işgücü piyasasında dönüşüm ve iş kayıpları, dijital eşitsizliklerin derinleşmesi, toplumsal kutuplaşma, teknolojik dışlanma ve toplumsal güvenin zedelenmesi gibi unsurlar yer almaktadır. Sosyal risklerin değerlendirilmesinde, teknolojinin belirli gruplar üzerindeki orantısız etkileri ve kamu hizmetlerine erişimde adaletin korunması özel önem taşımaktadır. Ayrıca, YZ sistemlerinin sosyo-kültürel bağlamdan bağımsız olarak geliştirilmesi, toplumda aidiyet ve temsil sorunlarına yol açabilmektedir.

Son olarak YZ sistemlerinin kötüye kullanımı, saldırılara açıklığı ve denetimsiz karar alma yetileri çeşitli *güvenlik risklerine* neden olmaktadır. Komisyon, güvenlik risklerini hem siber güvenlik tehditleri (örneğin: düşman saldırılar, model zehirleme, model sızdırma gibi) hem de fiziksel ve ulusal güvenlik boyutları (örneğin: otonom silah sistemleri, kritik altyapılarda kontrol kaybı) açısından incelemiştir. Ayrıca, YZ'nin dezenformasyon kampanyalarında kullanımı, seçim güvenliği gibi demokratik süreçler üzerinde de güvenlik temelli tehditler oluşturmaktadır. Bu bağlamda, risklerin sadece teknik değil, politik ve jeopolitik sonuçları da dikkate alınarak analiz edilmiştir.

Rapor kapsamında, risklerin değerlendirilmesinde aşağıdaki yöntemsel araçlar kullanılmıştır:

- Risk temelli sınıflandırma yaklaşımları,
- YZ sistem yaşam döngüsüne dayalı tehdit modelleme teknikleri,
- Uluslararası iyi uygulamalar ve standartlar

Bölüm sonunda detaylı olarak ve beşinci bölümde ana hatlarıyla sunulan önerilerle; YZ sistemlerinin sadece teknik değil, sosyo-teknik yapılar olarak ele alınmasını ve politika yapıcıların bu çok boyutlu risklere karşı bütüncül bir yönetişim yaklaşımı geliştirmesi hedeflenmektedir.

3.2 YAPAY ZEKÂYA ÖZGÜ TEMEL RİSKLER

YZ teknolojilerinin hızla gelişmesi ve farklı alanlarda yaygınlaşması, beraberinde çeşitli risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu riskler, teknolojinin doğasından kaynaklanan teknik sorunlardan başlayarak; etik, sosyal, ekonomik ve hukuki boyutlara kadar geniş bir yelpazede kendini göstermektedir. Dolayısıyla, YZ risklerini etkili bir şekilde yönetebilmek için bu risklerin sistematik olarak sınıflandırılması ve anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Uluslararası kuruluşlar, standart belirleyiciler ve akademik çalışmalar tarafından geliştirilen çeşitli sınıflandırma modelleri, YZ risklerinin farklı boyutlarını ortaya koymakta ve politika yapıcılar ile uygulayıcılar için rehberlik sağlamaktadır.

Bu bölümde başta OECD, AB, NIST, ISO ve UNESCO gibi önemli uluslararası kaynaklar olmak üzere çeşitli çerçeveler ve akademik literatürdeki yaklaşımlar temel alınarak YZ riskleri kategorize edilmektedir. Uluslararası çerçevelerde YZ risk kategorilerinin karşılaştırılması, farklı kurum ve standartların risk tanımlarındaki ortaklık ve farklılıkların görülmesi açısından önemlidir. Tablo 6'da; OECD, AB YZT, NIST YZ Risk Yönetim Çerçevesi, ISO/IEC 23894 standardı ve UNESCO YZ Etiği Tavsiye Kararı kapsamında, etik, sosyal, teknik, güvenlik, hukuki ve varoluşsal boyutlar dâhil olmak üzere sekiz temel risk kategorisi karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu karşılaştırma, Türkiye'de politika geliştirme sürecinde hangi risk alanlarının uluslararası düzeyde önceliklendirildiğini ve mevcut yaklaşımların hangi noktalarda örtüştüğünü ortaya koymaktadır.

Küresel anlamda risklerin etik, sosyal, teknik, güvenlik ve hukuki açılardan nasıl ele alındığını görmek, farklı perspektiflerin ortak noktalarını ve özgünlüklerini ortaya koymaktadır. Böylelikle, YZ uygulamalarının güvenli, adil ve sorumlu bir şekilde geliştirilip kullanılmasına yönelik bütüncül bir risk yönetimi anlayışına sahip olunması mümkün olacaktır.

Tablo 6. Uluslararası Çerçevelerde Yapay Zekâ Risk Kategorileri Karşılaştırması

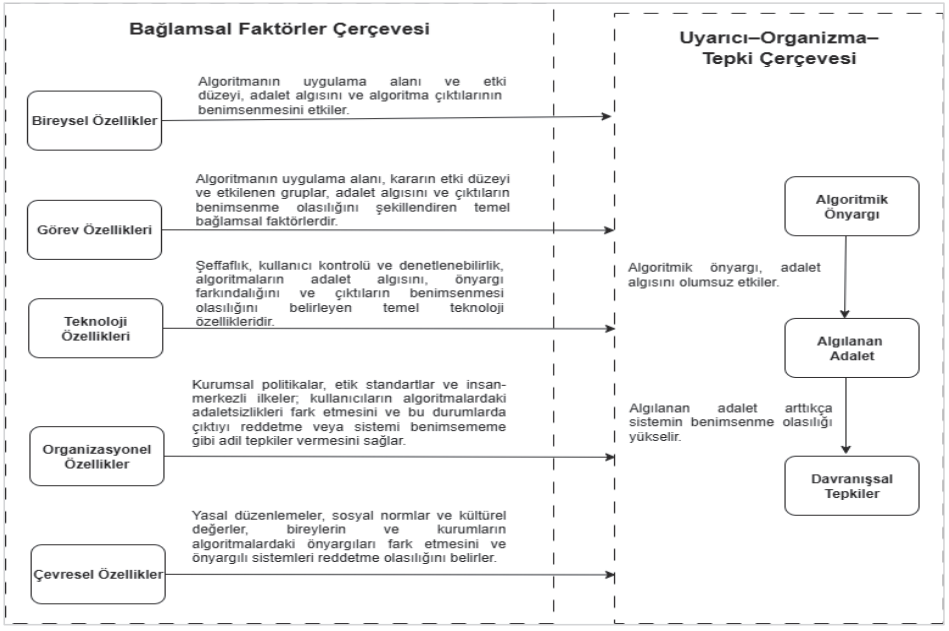
Ana Risk Kategorisi/Temalar	OECD	AB Yapay Zekâ Tüzüğü	NIST	ISO/IEC 23894	UNESCO
Etik Riskler	İnsan merkezlilik, adalet, şeffaflık, hesap verebilirlik	İnsan gözetimiayrımcılığın önlenmesi, adil sonuçlar, şeffaflık	Adalet, açıklanabilirlik, güvenilirlik, güven	Etik ilkeler ile uyumlu tasarım, önyargıların azaltılması, amaç dışı kullanım riskinin azaltılması, paydaş etkisi	İnsan onuru, ayrımcılığın önlenmesi, kültürel çeşitliliğe saygı, mahremiyet
Sosyal ve Sosyoekonomik Riskler	Kapsayıcılık, sosyal refah, eşitsizliklerin giderilmesi, istihdam dönüşümü	Sosyal etkiler ve kırılgan gruplar üzerindeki risklerin değerlendirilmesi, adil fırsat erişimi, temel hakların korunması	Sosyal güven ve meşruiyet, Toplumsal etki analizi, paydaş katılımı, adil erişim	Sosyoekonomik etki değerlendirmesinin gerekliliği, Eşitlik ve sürdürülebilirlik, Amaç dışı kullanımın önlenmesi, Paydaş etki analizi	Sosyal adalet, Küresel eşitlik, Kapsayıcılık ve dayanışma, Kültürel çeşitlilik
Mahremiyet ve Veri Koruma	Veri yönetişimi, bireylerin gizliliği	GDPR uyumluluğu, anonimleştirme, Mahremiyet etki değerlendirmesi, Veri kalitesi ve tutarlılığı	Veri yönetişimi, Güvenilir YZ tasarımı, veri mahremiyetini sistem mimarisiyle bütünleştirme	Gizlilik, Veri koruma gereksinimleri, Veri yaşam döngüsü yönetimi, Kapsamlı risk kayıtları	Gizlilik hakkı, kişisel verilerin korunması, veri adaleti, kolektif mahremiyet
Güvenlik Riskleri	Güvenlik, sağlamlık, kötüye kullanımın önlenmesi, sistemik güven	Risk Temelli Sınıflandırma, Test-validasyon, insan gözetimi, izlenebilirlik	Güvenlik, siber dayanıklılık ve bütünlük, tehdit modelleme, model güvenliği, olay müdahale	Güvenlik kontrolleri, risk azaltma tedbirleri, bilgi güvenliği, model dayanıklılığı, sürekli izleme, olay yönetimi	Barışa tehdit oluşturabilecek kullanımların engellenmesi, insan güvenliği, siber barış, güvenilirlik ve kontrol, uluslararası dayanışma, etik sorumluluk
Teknik Riskler	Sağlamlık, güvenilirlik, açıklanabilirli	Teknik dokümantasyon, test ve	Veri ve Model Doğruluğu, Model	Teknik risk analizi, Sistem güvenilirliği,	Teknik kapasite geliştirme ve

	k, doğruluk	validasyon, Veri kalitesi ve temsiliyeti, Performans ve güvenilirlik testleri, İzlenebilirlik	dayanıklılığı, Açıklanabilirlik ve yorumlanabilirlik, Sistemik sağlamlık	Teknik risk envanteri, Risk değerlendirme kriterleri, Sürekli izleme, Uygulama uyum kontrolleri (ISO/IEC 31000 ve ISO/IEC 42006 ile entegrasyon)	standartlar, Teknolojik hata ve bağımlılık, Teknolojiye aşırı güven, Algoritmik önyargı ve adaletsizlik, Kapsayıcı tasarım
Sistemik ve Stratejik Riskler	Uluslararası iş birliği, sistemler arası etkileşim, Sistemik Bağımlılıklar, Politika Uyumu, Kamu Güveni, Küresel Koordinasyon	Genel Amaçlı YZ modellerinin sistemik etkilerine karşı zorunlu güvenlik ve risk azaltma tedbirleri	Ekosistem düzeyinde risk yönetimi, Sistemik risk haritalama, organizasyonel strateji uyumu, yaşam döngüsü dayanıklılığı	Sistem düzeyinde risk değerlendirme, Kurumsal strateji uyumu, Kurumsal risk entegrasyonu, İç kontrol ve denetim mekanizmaları, Sürdürülebilirlik ve sürekli iyileştirme.	Sürdürülebilir kalkınma, Küresel etkiler, Küresel güç dengesizlikleri, Sürdürülebilir kalkınma uyum riski, Kolektif etik sorumluluk, Kültürel egemenlik.
Hukuki / Düzenleyici Riskler	Hukukun üstünlüğü, insan hakları çerçevesi, Uyum ve Uygulama Boşlukları, Regülasyonlar arası Tutarsızlık, Hukuki Sorumluluk, Politika Uyumlaştırması, adaptif regülasyon	Yüksek riskli sistemler için yasal gereklilikler, Hukuki sorumluluk, Uyum değerlendirmesi, Düzenleyici gözetim, Yaptırımlar	Uyum çerçeveleri, mevzuata uyum, Düzenleyici uyumun teknik entegrasyonu, Standardizasyon ve sertifikasyon	Yasal uyum ve standartlarla hizalanma, Uyum entegrasyonu, Yasal sorumluluk ve denetim izleri, Kurumsal sorumluluk, Belgelendirme ve uyum kanıtı	İnsan hakları hukuku ve etik normlar, Uluslararası normatif uyum, Sorumlu yönetişim
Varoluşsal / Felaket Riski	Uzun vadeli risklerin gözetilmesi, Kontrol kaybı, Kötüye kullanım, Demokratik istikrar riski, Sürdürülebilirlik ve uzun	Kritik ve yüksek etkili YZ senaryoları, Kabul edilemez risk kategorisi, Yüksek riskli kullanımların sınıflandırılması, İnsan denetimi, Geleceğe dönük	Dayanıklılık ve uzun vadeli güvenlik, Sistemik kırılganlık, Tasarımla emniyet, Sınır modeli risk değerlendirmesi	Felaket riskleri için hazırlık, Kritik sistem bağımlılığı, Acil durum senaryoları, Süreklilik yönetimi, Kurumsal sorumluluk	İnsanlığın devamına yönelik tehditlerin önlenmesi, İnsan denetiminin kaybı, Etik sınırların aşılması,

	vadeli etkiler	düzenleme esnekliği			Kolektif sorumluluk, Küresel barış ve sürdürülebilirlik

YZ sistemlerinin yol açabileceği çok boyutlu risklerin sistematik şekilde sınıflandırılması hem politika yapıcılar hem de sistem geliştiriciler açısından etkili bir yönetişim çerçevesinin kurulabilmesi için kritik önem taşımaktadır. Bu noktada, teknik güvenlik kriterleri ve etik ilkeler kadar, bireylerin sistemlere yönelik algı ve tepkilerinin de YZ yönetişiminin temel bileşenlerinden biri haline geldiği açıktır. Şekil 23'de verilen çerçeve, algoritmik kararların birey düzeyinde algılanma biçimini, bu algının kullanıcı davranışlarına yansımalarını ve bu süreci etkileyen bağlamsal faktörleri sistematik biçimde ortaya koyarak politika yapıcılar açısından yol gösterici bir analiz sunar.

Şekil 20. YZ Sistemlerinin Sosyo-Teknik Etkilerine Yönelik Bütüncül Değerlendirme Modeli[983]



Yukarıdaki şekil, algoritmik kararların insanlar üzerindeki etkisini değerlendirmek

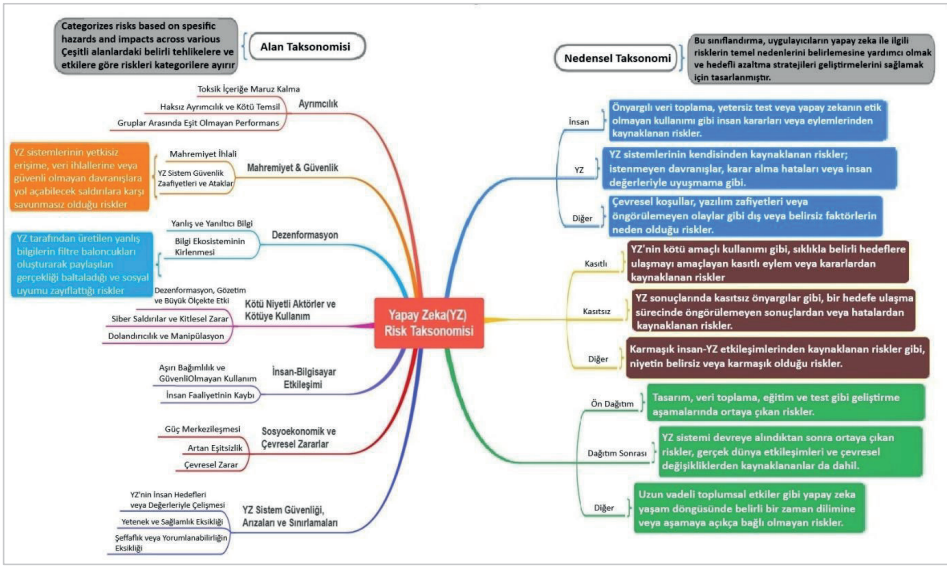
[983] Kordzadeh, N., & Ghasemaghaei, M. (2022). Algorithmic bias: review, synthesis, and future research directions. *European Journal of Information Systems*, *31*(3), 388-409.

amacıyla geliştirilmiş Uyarıcı-Organizma-Tepki (*Stimulus-Organism-Response*) ve Bağlamsal Faktörler (*Contextual Factors*) çerçevelerini bir araya getirmektedir. Şemaya göre, birey veya grup düzeyinde ortaya çıkan algoritmik önyargılar, kullanıcılarda dağıtımsal ve usule ilişkin adalet algısını (perceived fairness) şekillendirmekte; bu algı ise algoritma önerilerinin kabulü, sistemin benimsenmesi ve kullanıcı güveni gibi davranışsal tepkilere doğrudan etki etmektedir. Bu temel etkileşim süreci; bireylerin teknolojiye güven düzeyi, kararların etkisi (yüksek/düşük etkili), algoritmanın şeffaflığı ve kontrol edilebilirliği gibi bireysel, görevsel, teknolojik, kurumsal ve çevresel bağlamlara göre şekillenmektedir. Örneğin, şeffaflık düzeyi düşük veya kullanıcıya kontrol imkânı tanımayan algoritmalar, adaletsizlik algısını artırmakta ve sistem kabulünü azaltabilmektedir. Bu yapı, özellikle kamuya açık YZ uygulamalarında adil, hesap verebilir ve toplumsal değerlerle uyumlu algoritmaların geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymakta; kamu politikalarının, yalnızca teknik performansa değil, algılanan adalet ve sosyal kabul dinamiklerine de odaklanması gerektiğine işaret etmektedir.

Yanı sıra risklerin sınıflandırılmasına yönelik çeşitli akademik çalışmalar da bulunmaktadır. Yürütülen çalışmalar arasında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (*Massachusetts Institute of Technology - MIT*) tarafından geliştirilen YZ Risk Taksonomisi, riskleri yalnızca teknik boyutlarıyla değil; aynı zamanda kullanım, sistemik etki ve yönetişim bağlamıyla birlikte ele alması bakımından önemli bir referans modeli sunmaktadır[984]. MIT tarafından önerilen bu taksonomi YZ sistemlerinin risklerini; tasarım riskleri, geliştirme ve dağıtım riskleri, kullanım ve etkileşim riskleri, sistemik riskler ile yönetişim ve uyum riskleri olmak üzere beş ana başlık altında ele almaktadır. Şekil 24'te verilen taksonomi; sosyoteknik ve yönetişimsel perspektifleri de içeren bütüncül bir risk yaklaşımı sunduğundan, Türkiye'de kamu kurumlarında kullanılabilecek YZ risk değerlendirme modelleri açısından da örnek teşkil edebilecek niteliktedir.

[984] Massachusetts Institute of Technology (MIT), MIT AI Risk Repository, https://airisk.mit.edu/ .(Erişim Tarihi: 08.08.2025)

Şekil 21. MIT YZ Sistemleri Risk Taksonomisi



Öte yandan YZ sistemlerinin güvenlik, mahremiyet, etik ve operasyonel bütünlük açısından sürdürülebilir biçimde yönetilebilmesi için risklerin ölçülebilir, tekrar edilebilir ve karşılaştırılabilir yöntemlerle değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, farklı sektörlerde ve teknik alanlarda geliştirilmiş olan risk değerlendirme yaklaşımları; zafiyetlerin tanımlanması, tehdit modellerinin oluşturulması, olasılık-etki matrislerinin hesaplanması, güvenlik açıklarının önceliklendirilmesi ve uygun kontrol mekanizmalarının belirlenmesi süreçlerinde kritik rol oynamaktadır. Tablo 7'de yer verilen yaklaşımlar nitel ve nicel yöntemleri birarada barındırmakta; bazıları standartlara dayalı puanlama sistemleri, bazıları ise kurumsal olgunluk düzeyini ölçen çerçeveler veya tehdit temelli analiz modelleri olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 7. Risk Değerlendirme Yaklaşımlarına Örnekler

Risk Değerlendirme Yaklaşımı	Açıklama	Tip
OCTAVE[985]	Bilgi güvenliği risklerini belirleme ve değerlendirme metodolojisidir. Bir organizasyonun, operasyonel risk toleranslarını tanımlayan nitel risk değerlendirme kriterleri geliştirmesine, organizasyonun misyonu için önemli olan varlıkları belirlemesine, bu varlıklara yönelik güvenlik açıklarını ve tehditlerini belirlemesine, tehditler gerçekleşirse organizasyon için olası sonuçları belirlemesine ve değerlendirmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.	Nitel
TARA[986]	Tüm güvenlik açıklarını aynı öncelikle ele almak yerine, en kritik riskleri belirleyip bunlara odaklanmayı sağlayan öngörücü bir yaklaşımdır.	Nitel
CVSS[987] (CommonVulnerability ScoringSystem)	Bir güvenlik açığının temel özelliklerini belirleyerek ciddiyetini sayısal olarak puanlayan bir sistemdir. Kullanımı ve sonuçlarının yorumlanması nispeten kolaydır; ancak hesaplama, uzman görüşlerine dayandığı için kesin bir sonuç vermez. Bu nedenle, nihai karar yerine yol gösterici bir referans niteliği taşımaktadır.	Nicel
NIST CybersecurityFramework[988]	Bilgi güvenliği risk yönetimi için bir rehber niteliğinde bir çerçeve sunmaktadır. "Tanımlama, Koruma, Tespit Etme, Yanıt Verme ve Kurtarma" olmak üzere beş temel işlev üzerine kurulmuştur. Bu çerçeve çok sayıda standart ve kılavuzla ilişkili olup, şu anda otomatik bir araç değil, daha çok kurumsal siber güvenlik olgunluğunu artırmaya yönelik referans bir çerçeve niteliğindedir.	Nitel
FAIR[989]	Bu model niceliksel ve risk temelli bir metoloji kullanarak, olası finansal veya operasyonel kayıpların istatiksel olarak hesaplanmasını ve bu maruziyetin önceden tanımlanmış kabul edilebilir eşik değerler içinde tutulmasını amaçlar.	Nicel

Rapor kapsamında YZ'ye özgü risklerin anlaşılabilir ve uygulanabilir bir çerçevede ele alınabilmesi amacıyla, söz konusu riskler üç ana kategori altında sınıflandırılmıştır: Etik Riskler, Sosyal ve Sosyoekonomik Riskler ile Güvenlik Riskleri. Bu sınıflandırma, hem

[985] Caralli, R. A., Stevens, J. F., Young, L. R., and Wilson, W. R. (2007). Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Security Risk Assessment Process.Middlesex, MA: Hansom AFB.
[986] Wynn, J., Whitmore, G., Upton, L., Spriggs, D., McKinnon, R., McInnes, R., et al. (2011).Threat Assessment and Remediation Analysis (tara).Bedford, MA: MITRECorporation. Available at: https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA576473.pdf
[987] CVSS (2019). Common Vulnerability Scoring System SIG.Available at:https://www.first.org/cvss/ (Erişim Tarihi: 20.06.2025).
[988] NIST (2014). Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity
[989] FAIR (2017). Quantitative Information Risk Management. Spokane, WA: The FAIRInstitute. Available at:http://www.fairinstitute.org/ (Erişim Tarihi: 20.06.2025).

uluslararası düzenleyici çerçevelerde (OECD, AB, NIST, ISO vb.) hem de akademik literatürde yer alan yaklaşımlarla uyumlu olacak şekilde oluşturulmuştur. Aynı zamanda kamu politikaları, düzenleyici uygulamalar ve kurumsal risk yönetimi süreçleri açısından da açık, bütüncül ve eyleme geçirilebilir bir yapı sunmayı hedeflemektedir.

Bu yapı ile Türkiye'de YZ alanında geliştirilecek politika, mevzuat ve rehber dokümanlara yön verilmesi hedeflenmektedir. Risklerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması, kamu idarelerinin teknolojik yenilikleri benimserken aynı zamanda birey haklarını, toplumsal dengeyi ve sistem güvenliğini birlikte gözetmesini kolaylaştıracaktır. Böylece YZ sistemlerinin sorumlu, güvenilir ve insan odaklı biçimde hayata geçirilmesine katkı sağlanacaktır.

3.2.1 Etik İlkeler ve Riskler

3.2.1.1 Etik, Ahlak, Hukuk ve Yapay Zekâ

YZ teknolojilerinin teşkil ettiği risklerin önlenmesi ve azaltılması yönünde yürütülen çalışmalar sonucunda benimsenen şeffaflık, hesap verebilirlik, güvenlik ve mahremiyet gibi temel ilkeler; YZ alanındaki hukuki düzenlemelerin ortaya çıkışının öncesine uzanmaktadır. Bunun ötesinde, etik ilkeler salt bir değer yahut ide olma noktasından çıkarak hukuki düzenlemelerin şekillenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla hem YZ teknolojilerine yönelik hukuki çerçevenin belirlenmesinde hem de uygulamada YZ etiğinin yadsınamaz öneminin haiz olduğu değerlendirilmektedir.

Uluslararası organizasyonların rehberleri ve pek çok ülkenin ulusal stratejisi incelendiğinde; ilgili dokümanlarda kabul edilen temel YZ etik ilkelerinin birbiriyle büyük oranda paralellik gösterdiği görülmektedir. YZ teknolojilerinin birden çok disiplini ve sektörü kesen, küresel ölçekte yalnızca belirli ülkeleri değil her coğrafyayı etkileme ve dönüştürme potansiyeline sahip doğası; bu alandaki etik anlayışın ortak bir paydada buluşması bakımından kritik önemi haizdir.

"Etik, Ahlak, Hukuk ve Yapay Zekâ" başlığı kapsamında yer alan aşağıdaki alt başlıklarda; öncelikle kavramsal olarak bu dört alan arasındaki ilişki incelenmekte olup etik ilkelerin hukuki düzenlemelerin şekillenmesindeki etkileri değerlendirilecektir. Ardından YZ teknolojileri için belirlenen etik ilkelerin, YZ teknolojilerine ilişkin hukuki düzenlemeler bakımından önemi ile etik ilkelerin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar ele alınacaktır.

3.2.1.1.1 Etik, Ahlak ve Hukuk Arasındaki İlişki

Etik, iyi ve kötüyü ve bunların ahlak ve insan davranışıyla ilişkisini inceleyen felsefi

bir disiplin olarak tanımlanmaktadır.[990] Etik ilke ve değerler esasen coğrafyadan, kültürden ve tarihsel süreçten etkilenmekte olup bulunulan konum, zaman ve kültür kapsamında şekillenebilmektedir.[991] Etik ilkelere uyum ise genelde gönüllü olarak, bireysel yahut toplumsal şekilde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, etik ilkelerin tek başlarına hukuken bağlayıcı olmadığını önemle belirtmek gerekmektedir.

Etik kavramı için pek çok tanım mevcut olup etik kodların genel itibarıyla *'insanların toplum içindeki davranışlarını ve birbirleriyle ilişkilerini düzenleyen kurallar bütününü ve başka insanların davranışlarını olumlu veya olumsuz biçimde değerlendirmekte başvurulan ölçütler bütününü'* ifade ettiği söylenebilecektir.[992] Bu yönüyle etik kapsamında insan eylemlerinin ele alınması; etik ve hukuk disiplinlerinin ortak unsurlarından biridir.[993] Bununla birlikte, etik alanında olması gerekene yönelik temel ve daha genel düzeyde bir anlayış ortaya konulurken hukuk alanında ise kişilerin ve kurumların uymaları gereken kurallar, uymadıkları hallerde karşılaşacakları yaptırımlar ile haiz oldukları hakların açık ve bağlayıcı şekilde belirlendiği görülmektedir. Dolayısıyla, hukuk alanında; kişilerin davranışlarının etik ve ahlaki boyutunun değerlendirilmesinin ötesinde, bu davranışların hukuki düzenlemelerde belirlenen kurallara uygunluğu ele alınmaktadır.[994] Ek olarak, hukuk kuralları devlet tarafından kabul edilip yazılı hale getirilirken etik kurallar hem devlet tarafından hem de pek çok özel ve kamu sektör aktörü ve meslek kuruluşu tarafından belirlenebilmektedir.[995]

Öte yandan, etik ve hukuk arasındaki ilişkinin incelenmesinde "hukukun etik karakteri" de öne çıkan başka bir unsur olarak değerlendirilmektedir.[996] Normatif düzenlemelerin hazırlık sürecinde kanun koyucular tarafından adalet idesinin bir rehber olarak göz önünde bulundurulması; hukukun etik karakteri olarak adlandırılmaktadır.[997] Ancak hukukun etik karakteri bununla sınırlı kalmamaktadır. Yürürlükteki düzenlemelerin uygulanmasında görevli hâkimlerin;[998] hukuki normları yorumlarken lafzi yorum ile sınırlı kalmadan, adalet idesi ekseninde etik ve evrensel değerleri kılavuz olarak benimsemesinde de hukukun etik karakteri önemli role sahiptir. Dolayısıyla uygulamada ilgili normlara

[990] Carrillo, Margarita Robles Artificial Intelligence: From ethics to law, Telecommunications Policy, Telecommunications Policy https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101937.
[991] a.g.e.
[992] Yüksel, Mehmet, Hukuk Sosyolojisi Yazıları, Siyasal Kitabevi, Ankara 2011.
[993] Karakoç Yusuf, Hukuk - Etik İlişkisi https://hfsa-sempozyum.com/wp-content/uploads/2019/02/HFSA24-Karakoc%CC%A7.pdf .
[994] a.g.e.
[995] a.g.e.
[996] Şahban Yıldırımer, Tabii Hukuk Teorisi Bağlamında Hukukun Etik Karakteri ve Etik (Meriyeti) Geçerliliği, İÜHFM C. LXXIII, S. 1, s. 249-258, 2015 https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/230782
[997] a.g.e.
[998] a.g.e.

uygunluğun değerlendirilmesi gerekmekle birlikte; bu değerlendirmede gündelik hayatın karmaşık ve öngörülemeyen değişkenleri nedeniyle lafzi yorumun yeterli olmadığı ve somut olay değerlendirmesi gerektiren durumlarda etik, adaletin sacayakları için bir pusula görevi görmektedir. Nihayet hukuki düzenlemeler doğrudan etik bir çerçeveye atıf yaparak belirli etik ilke ya da kural setlerine hukuki bağlayıcılık kazandırabilirler. Bu durumda ilgili etik ilke ya da kurallar hukuki referans sebebiyle aynı zamanda hukuki normatif bir dayanak da kazanır.

Ahlak kuralları ile hukuk kuralları arasındaki ilişkinin incelenmesi bakımından ise; uygulamadaki en temel ayrımlardan biri; ahlaki konuda tartışmalı bir davranışın ahlaka uygunluğu bireyin vicdanı tarafından yapılan değerlendirme sonucunda belirlenirken, hukuk kurallarının ihlali halinde bu aykırılığa ilgili kişinin dışında yetkilendirilmiş olan kişi ve makamlar tarafından karar verilmesidir.[999] Yaptırım bakımından ise; hukuk kurallarının ihlali sonucunda cebrî bir yaptırım uygulanırken ahlak kurallarının yaptırımı kişinin vicdanen duyacağı rahatsızlık olarak ortaya çıkmaktadır.[1000] Söz konusu ayrımların dışında; hukuk ile ahlak arasında bir konu birliği olduğu ve özellikle ceza kanunları hükümlerinde ağırlıkla görüldüğü üzere hukuk kurallarının ahlaki bir temele dayandığı söylenebilecektir.[1001] Öte yandan, usul hukuku alanındaki kurallar gibi ahlakla ilgili olmayan hukuk kuralları da mevcuttur.

Tüm açıklamalar doğrultusunda etik, ahlak ve hukuk kavramları karşılaştırıldığında; ahlak kurallarının etik ve hukukun arasında konumlandırıldığı görülmektedir. Etik ilkeler çerçevesinde asgari standartların belirlenmesi sonucunda bu standartların değer hükmüne dönüştürülmesi ahlak kurallarını oluşturmaktadır.[1002] Söz konusu ahlak kurallarının yaptırıma bağlanması[1003] ile birlikte hukuk kuralları oluşturulmakta ve bu kurallar aracılığıyla ulaşılan sonuç, hukuk olarak nitelendirilmektedir.[1004] Bu noktada, etik ve ahlak kurallarının hukuk kurallarının aksine yaptırıma bağlanmaması ve dolayısıyla bu kurallara uyulmaması sonucunda bağımsız yaptırım mekanizmalarının bulunmaması nedeniyle, etik ve ahlak

[999] Kemal Gözler, Hukuka Giriş, Ekin Basın Yayın Dağıtım, On Dördüncü Baskı (Ağustos 2017) s.41
[1000] a.g.e., s.41
[1001] a.g.e., s.42-43
[1002] Karakoç Yusuf, Hukuk - Etik İlişkisi https://hfsa-sempozyum.com/wp-content/uploads/2019/02/HFSA24-Karakoc%CC%A7.pdf
[1003] Kemal Gözler, Hukuka Giriş, Ekin Basın Yayın Dağıtım, On Dördüncü Baskı (Ağustos 2017) s.33-34
[1004] Karakoç Yusuf, Hukuk - Etik İlişkisi https://hfsa-sempozyum.com/wp-content/uploads/2019/02/HFSA24-Karakoc%CC%A7.pdf

kurallarına etkin uyumun sağlanmasında önemli güçlüklerle karşılaşılmaktadır.[1005]

3.2.1.1.2 Etiğin Yapay Zekâ Hukuku Bakımından Önemi

Etik ve hukuk arasındaki ilişki YZ alanında birbirini destekler ve tamamlar niteliktedir. Zira UNESCO, OECD gibi uluslararası örgütler tarafından belirlenen YZ etik ilkeleri; bağlayıcı niteliği haiz ilk uluslararası antlaşma olan Avrupa Konseyi Çerçeve Yapay Zekâ Sözleşmesi ile birlikte taraf ülkeler için hukuken bağlayıcı, AB YZT başta olmak üzere pek çok hukuki düzenlemede belirlenen temel prensipler ve gereklilikler bakımından da yol gösterici olmuştur. Hukuk ve etiğin ayrılmaz bir doğaya sahip olmaları gereği; YZ etiğinin, hukuki düzenlemelerdeki yansımalarının dışında, hukuki boşlukların söz konusu olduğu hallerde yahut lafzi yorumun yetersiz kaldığı durumlarda yapılacak muhakemelerde de yol gösterici olmaya devam edeceği öngörülmektedir.

3.2.1.1.3 Yapay Zekâ Etik İlkelerinin Uygulanmasındaki Zorluklar

YZ etiği; etik disiplininin bir alt dalı olarak konumlandırılmakta olup YZ teknolojilerinin yaşam döngüsünün ilk aşamasından itibaren tasarım yoluyla etik yaklaşım benimsenerek sorumlu biçimde planlanması, geliştirilmesi ve kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda, YZ etik ilkeleri ile birlikte hem YZ teknolojilerinin etik gereklilikleri hem de YZ aktörlerinin ahlaki sorumlulukları ele alınmaktadır. Ancak yukarıda açıklandığı üzere, yaptırım gücünden yoksun olması; etik ilkelerin uygulamadaki etkinliği bakımından pek çok soru işaretini beraberinde getirmektedir.

Çeşitli ampirik çalışmaların; YZ geliştiricilerin iş süreçleri üzerinde etik ilkeleri öğrenmenin kayda değer bir etki yaratmadığını gösterdiği, bunun yerine; söz konusu ilkelerin geliştiriciler tarafından "teknik topluluğun dışında kalan kurumların getirdiği bağlayıcı olmayan ek ve fazlalık çerçeveler" olarak algılanabildiği belirtilmektedir.[1006] Bu durumun muhtemel sebepleri ise; etik ilkeler ile önlenmesi hedeflenen uzun vadeli yahut geniş toplumsal etkilere sahip riskler bakımından yeterince bilgi sahibi olunmaması, bunun sonucunda geliştirici kişilerin yahut kurumların eylemleri bakımından sorumluluk bilincine sahip olmamaları yahut ekonomik menfaatlerin etik değerlere baskın gelmesi olarak açıklanmaktadır.[1007]

[1005] Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8

[1006] Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8 s.15-16

[1007] a.g.e., s.16.

Dahası, YZ alanındaki gelişmelerin etkilerinin; geçtiğimiz beş yıl içinde özellikle üretken YZ sistemleri ile birlikte tüm topluma sirayet etmesi sonucunda; mevcut risklere karşı alınacak tedbirler bakımından bağlayıcı ve caydırıcı düzenlemelere duyulan ihtiyaç gözle görülür hale gelmiş, etik ilkelerin yetersiz kaldığı durumlar ise belirginleşmiştir. Dolayısıyla, YZ yaşam döngüsünde yer alan aktörlerin belirlenmesi ve bu aktörlerin hak ile yükümlülüklerinin bağlayıcı bir çerçeve kapsamında ele alınması; herhangi bir hak ihlalinin meydana gelmesi durumunda bu aktörlerin sorumlulara başvurması ve mağdur durumdaki kişilerin zararlarının giderilmesi bakımından elzem olmuştur.

Tüm bu ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak; YZ teknolojilerinden kaynaklanan risklerin yönetilmesi bakımından sorumluluk ve hesap verebilirliğin sağlanması adına ulusal ve uluslararası düzeyde hukuki düzenlemelerin oluşturulması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalar arasında küresel etkisi nedeniyle en öne çıkanlardan birisi ise Avrupa Konseyi tarafından kurulan Yapay Zekâ Komitesi[1008] (Committee on Artificial Intelligence – CAI) tarafından yürütülenler olup ilgili çalışmalar Raporun *Bölüm 4 Yapay Zekânın Hukuk Çerçevesi ve Mevzuat* bölümünde detaylandırılmaktadır.

Uluslararası bağlayıcı niteliği haiz ilk sözleşme olan ve 2024 Avrupa Konseyi tarafından kabul edilen Yapay Zekâ Çerçeve Sözleşmesi için yaklaşık dört-beş yıllık bir hazırlık süreci gerçekleştirilmiştir. Bu zaman dilimi içinde ise Avrupa Konseyi tarafından yürütülen çalışmaların dışında hem AB Üye Ülkeleri hem de Asya ülkelerinden Çin, Japonya ve Güney Kore başta olmak üzere, pek çok ülke tarafından ulusal düzeyde de YZ teknolojilerine özgü ayrı düzenlemeler için hazırlık çalışmaları yürütülmüştür.[1009] ABD tarafından ise YZ alanına yönelik dikey ve yatay olmak üzere; çeşitli eyaletler tarafından birbirinden farklı kapsam ve içerikleri haiz düzenlemeler hazırlanmıştır.[1010]

YZ teknolojileri kapsamında mevcut olan riskler bakımından etik ilkelerin uygulanmasında hukuki yaptırım eksikliğinden kaynaklanan sorunlar dışındaki bir diğer zorluk ise bu etik ilkelere uyumun idari ve hukuki tedbirlerin yanı sıra teknik tedbirler ile mümkün olmasıdır.[1011] Zira etik ilkelerin, bu teknolojileri geliştiren ve kullanan gerçek kişiler tarafından uyulmasını gerektiren insan faktörü boyutunun dışında; YZ teknolojilerine entegre

[1008] Yapay Zekâ Komitesi, Avrupa Konseyi https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai
[1009] Global AI Law and Policy Tracker, IAPP (Kasım 2024) https://iapp.org/resources/article/global-ai-legislation-tracker/
[1010] US State AI Governance Legislation Tracker, IAPP(21 Nisan 2025) https://iapp.org/resources/article/us-state-ai-governance-legislation-tracker/
[1011] İ. Süer and Z. Müftüoğlu, "Döngüde Etik: Yapay Zekâ Yaşam Döngüsü Yönetişimine Kapsamlı ve Multidisipliner Metodolojik Yaklaşım," *2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, Malatya, Türkiye, 2024, p. 9, doi: 10.1109/IDAP64064.2024.10710652.

edilmesi gereken teknik tarafı da mevcuttur. YZ etiğinin söz konusu ikili doğası; soyut etik değerler ile teknik unsurlar arasında köprü kurulmasını gerekli kılmaktadır.[1012] Aksi takdirde; etik değerlerin teknik gerçeklikleri göz ardı eden bir temel üzerinde savunulması yahut teknik risklere odaklanan ve sosyal etkileri göz ardı eden bir yaklaşımın benimsenmesi gibi söz konusu iki zıt tutumdan birinin benimsenmesi riskiyle karşılaşılabilecektir.

Etik ilkeler aynı zamanda gelişen teknolojilerin regülasyonunda hukuki çerçevenin oluşmasına giden yolda kademeli uzlaşma sürecinin sağlanabilmesi için önemli bir araç konumundadır. Henüz gelişmelerin yeni olduğu, detaylı ve kısıtlayıcı kurallara temkinli yaklaşılan dönemlerde, bu gelişmelerin taşıdığı riskler ve olumsuz etkiler değerlendirilirken; etik ilkeler detaylı tartışmalara girilmeden önce üzerinde uzlaşılan bir katman oluşturulmasında önemli bir rol oynar. Her ne kadar bu aşamada doğrudan uygulanamayacak kadar geniş kapsamlı olsalar da bu uzlaşı zemini çoğu zaman sonraki daha pratik ve uygulanabilir çerçevelerin hem oluşturulabilmesi hem de uygulanmasında karşılaşılabilecek sorunların çözülebilmesi için zorunlu bir temel teşkil etmektedir. Tüm bu açıklamalar doğrultusunda, her bir YZ sistemi bakımından alınması gereken teknik tedbirler dâhil olmak üzere, tüm tedbirlerin disiplinler arası çalışan bir ekip tarafından değerlendirilmesi ve YZ teknolojilerinin yaşam döngüsü boyunca tasarım ve geliştirme aşamalarından itibaren alınmaya başlanmış olması elzemdir.[1013] Aksi halde, ilgili sistemin geliştirilip uygulamaya alındığı aşamaya kadar gerekli tedbirlerin alınmamış olması halinde sistemin yeniden eğitilmesi gibi operasyonel anlamda zaman ve emek dâhil olmak üzere maddi anlamda da ciddi maliyete[1014] sebep olacak düzeltmelerin yapılması gerekebilecektir.

3.2.1.2 Yapay Zekâ Etik İlkeleri

YZ teknolojilerinin sınır ötesi küresel etki alanına sahip olması ve yıkıcı teknolojilerden biri olması dolayısıyla; güvenilir YZ teknolojileri için yürütülen yönetişim çalışmalarının etkin olabilmesi için ulusal ve uluslararası politika dokümanlarının, standartların ve düzenlemelerin birlikte çalışabilir (interoperable)[1015] olması kritik önemi

[1012] Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8 p.16

[1013] İ. Süer and Z. Müftüoğlu, "Döngüde Etik: Yapay Zekâ Yaşam Döngüsü Yönetişimine Kapsamlı ve Multidisipliner Metodolojik Yaklaşım," *2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, Malatya, Türkiye, 2024, p. 2, doi: 10.1109/IDAP64064.2024.10710652.

[1014] Kemell, KK., Vakkuri, V. (2024). What Is the Cost of AI Ethics? Initial Conceptual Framework and Empirical Insights. In: Hyrynsalmi, S., Münch, J., Smolander, K., Melegati, J. (eds) Software Business. ICSOB 2023. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 500. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53227-6_18

[1015] OECD, AI https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/artificial-intelligence.html

haizdir. Bu noktada, YZ etiği alanında yayımlanan rehber ve rapor gibi çıktıların sayısı 2016-2020 yılları arasında yoğunlaşmış olup[1016] uluslararası örgütler tarafından 2019-2021 yılları arasında yayımlanan rehberler ve ülkelerin ulusal stratejileri ile YZ etiği bakımından küresel ölçekte ortak kabul gören bir anlayışın olmuşmasına katkı sağlamıştır. Nitekim YZ etik ilkelerinin yer aldığı 146 farklı rehberi inceleyen bir çalışmada; özellikle şeffaflık, adalet ve hakkaniyet, sorumluluk, zarar vermeme ve mahremiyet konularında belirlenen beş önemli ilke ekseninde açık bir uzlaşı olduğu belirtilmektedir.[1017]

Ortak kabul gören YZ etik ilkelerinin; ülkelerin ulusal stratejileri bakımından da yol gösterici olduğu görülmektedir. Zira 2021 yılında (mülga) CBDDO Başkanlığı ile STB iş birliğinde hazırlanan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025 ile birlikte ülkemiz; OECD[1018], G20, AB ve UNESCO[1019] tarafından kabul edilen diğer insan odaklı güvenilir ve sorumlu YZ ilkelerini benimsemiştir.[1020]

İşbu "Yapay Zekâ Etik İlkeleri" başlığı kapsamında; 2019 yılında yayımlanıp 2024 yılında güncellenen OECD Konseyi Yapay Zekâ Tavsiye Kararı,[1021] Avrupa Komisyonu Yapay Zekâ Üst Düzey Uzman Grubu[1022] (HLEG) tarafından hazırlanan Nisan 2019 tarihli Güvenilir Yapay Zekâ için Kılavuz Etik İlkeler,[1023] ve 2021 yılında kamuoyuyla paylaşılan UNESCO YZ Etiği Tavsiye Kararı[1024] ile UYZS tarafından benimsenen etik ilke ve değerler incelenmektedir. "Uluslararası Yapay Zekâ Etik İlkeleri ile UYZS Odağında Karşılaştırmalı İnceleme" başlığında ilgili dokümanlarda yer alan etik ilkelerin genel karşılaştırmasına, "Yapay Zekâ Etik İlkelerinin İçeriği ve Kapsamı" başlığında ise bu etik ilkelerin içerik ve kapsamına detaylı olarak yer verilmektedir.

[1016] C. Huang, Z. Zhang, B. Mao and X. Yao, "An Overview of Artificial Intelligence Ethics," in IEEE Transactions on Artificial Intelligence, vol. 4, no. 4, pp. 799-819, Aug. 2023, doi: 10.1109/TAI.2022.3194503.

[1017] a.g.e.

[1018] Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı *(The Organization for Economic Cooperation and Development - OECD)*

[1019] Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)

[1020] Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025), (mülga) Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf

[1021] Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD, (Adoption: 22 May 2019, Amended: 3 May 2024) https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449

[1022] High-Level Expert Group on AI - HLEG

[1023] Ethics Guidelines for Trustworthy AI, European Commission, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai

[1024] Recommendation on the ethics of artificial intelligence, UNESCO (2021) https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455

3.2.1.2.1 Uluslararası Yapay Zekâ Etik İlkeleri ile UYZS Odağında Karşılaştırmalı İnceleme

OECD, HLEG ve UNESCO tarafından yayımlanan rehber niteliğindeki dokümanlar kapsamında benimsenen ilkeler ile UYZS kapsamında kabul edilen ilkeler bakımından üst düzey bir karşılaştırma yapıldığında; UYZS'nin yalnızca genel kabul gören ilkeleri benimsemektense, kapsayıcı bir yaklaşımla anılan rehberlerdeki birbirinden farklı ilkeleri bir bütün olarak birleştirdiği görülmektedir. Her dokümanda yer alan ilkelerin mukayeseli şekilde incelenebilmesi adına ilgili ayrımlar Tablo 8'de de sunulmaktadır.

Tablo 8 çerçevesinde her bir ilke ve ilkenin bulunduğu doküman eşleştirilirken salt sayılan ilkeler dikkate alınmamıştır. Örnek olarak, OECD dokümanında insan unsuru ve gözetimi bakımından ayrı bir ilke bulunmamakla birlikte söz konusu hususun "hukukun üstünlüğüne, insan haklarına ve demokratik değerlere saygı" ilkesi kapsamında ele alındığı görülmektedir. Bu kapsamda, insan unsuru ve gözetiminin OECD kapsamında benimsendiği değerlendirilerek tabloya bu şekilde yansıtılmıştır. Dolayısıyla, dokümanlarda bir ilke tabloda yer alan başka bir ilkeyi de kapsayacak şekilde ele alınmış, ancak bu ilkeye ilişkin ayrı bir başlık açılmamış olması halinde de; dahi kapsanan unsura karşılık gelen ilke tabloda yine 'var' olarak işaretlenmiştir.

Ek olarak ilkelerin içerik ve kapsamı incelendiğinde; farklı başlıkların aynı konulara değinebileceği görülmüştür. Örneğin, "Kapsayıcı Büyüme, Sürdürülebilir Kalkınma ve İyi Oluş Hâli" ilkesi kapsamında çevresel hususlara yönelik etik yönlendirmelerde bulunan ancak çevrenin korunması ve geliştirilmesi yönünde ayrı bir etik ilke başlığı taşımayan rehberler bulunmaktadır. Bu nedenle örnek olarak; esası incelendiğinde çevrenin korunmasına ilişkin hususları ele aldığı görülen dokümanların bu alana temas etmediğine yönelik bir anlayışın oluşmasının önüne geçmek adına, içerik olarak benzer hususları ele alan ilkeler ismen birleştirilmiştir.

Tablo 8. YZ İlke ve Değerleri Karşılaştırma Matrisi

İlkeler ve Değerler	OECD	HLEG	UNESCO	UYZS
Sorumluluk ve Hesap verebilirlik	✓	✓	✓	✓
Dayanıklılık, Güvenlik ve Emniyet	✓	✓	✓	✓
Şeffaflık ve Açıklanabilirlik	✓	✓	✓	✓
İnsan Hakları, Temel Özgürlükler ve İnsan Onuruna Saygı	✓	✓	✓	✓
Kapsayıcı Büyüme, Çevreyi Geliştirme, Sürdürülebilir Kalkınma ve İyi Oluş Hali	✓	✓	✓	✓
Çeşitlilik, Ayrımcılık Yapmama ve Adalet	✓	✓	✓	✓
Mahremiyet ve Veri Yönetişimi	✓	✓	✓	✓
İnsan Unsuru ve Gözetimi	✓	✓	✓	
İnsan Onuru,Bireysel Özerklik ve Otonomi	✓	✓	✓	
Ölçülülük ve Zarar Vermeme		✓	✓	✓
Farkındalık ve Okuryazarlık			✓	
Çok Paydaşlı, Uyarlanabilir Yönetişim ve İşbirliği			✓	✓
Veri Egemenliği				✓
Barışçıl, Adil ve Birbirine Bağlı Toplumlarda Yaşamak			✓	✓

146 rehberin incelenmesi sonucunda ortak kabul gördüğü belirtilen şeffaflık, adalet ve hakkaniyet, sorumluluk, zarar vermeme ve mahremiyet ilkelerinin OECD, HLEG, UNESCO

belgeleri ile UYZS'de de yer aldığı görülmektedir. Ancak incelenen belgelerde YZ etik ilke ve değerleri, anılan beş ilkeden daha geniş bir kapsamı haizdir. Nitekim söz konusu beş ilkenin dışında bireysel, sosyal ve toplumsal etkileri farklı perspektiflerden ele alan; dayanıklılık, güvenlik ve emniyet; açıklanabilirlik, insan hakları, temel özgürlükler ve insan onuruna saygı, kapsayıcı büyüme, çevreyi geliştirme, sürdürülebilir kalkınma ve iyi oluş hâli, insan unsuru ve gözetimi, veri egemenliği ve bireysel otonomi/özerklik gibi YZ etik ilkeleri ve değerleri benimsenmiştir.

3.2.1.2.2 Yapay Zekâ Etik İlkelerinin İçeriği ve Kapsamı

OECD, HLEG ve UNESCO tarafından yayımlanan YZ etiğine yönelik dokümanlar ile UYZS kapsamında belirlenen etik ilkeler; genel anlamda ortak bir paydaya sahip olmakla birlikte içerik olarak farklı kapsamlara sahip olabilmektedir. Bu doğrultuda hem ilkelerin içeriğinin detaylı sunulması hem de ilgili dokümanların karşılaştırmasının daha detaylı sunulabilmesi adına Tablo 9 çerçevesinde her bir dokümandaki etik ilkelerin içerikleri ve kapsamlarına sıralı şekilde yer verilmiştir.

Tablo 9. Etik İlke İçeriklerinin Karşılaştırması

İlkeler ve Değerler	Kurum / Doküman	Açıklama
Sorumluluk ve Hesap verebilirlik	**OECD**	• YZ aktörlerinin; YZ sistemlerinin düzgün şekilde, ilgili etik ilkelere uygun şekilde çalışmasından haiz oldukları roller çerçevesinde sorumlu tutulması • YZ aktörlerinin; YZ yaşam döngüsü boyunca kullanılan veri setleri, süreçler ve alınan kararlara ilişkin izlenebilirliğinin *(traceability)* sağlaması • YZ aktörlerinin; rollerine ve içinde bulundukları bağlama uygun olarak, YZ yaşam döngüsü boyunca sistematik bir risk yönetimi yaklaşımını benimsemeleri
	HLEG	• YZ sistemleri ve çıktıları bakımından yaşam döngüsü boyunca sorumluluk ve hesap verebilirliğin sağlanmasına yönelik mekanizmaların oluşturulması • Algoritmanın, verinin ve tasarım sürecinin değerlendirilmesine elverişli olmak kaydıyla YZ sistemlerinin denetlenebilirliğinin sağlanması • YZ sistemlerinin çıktılarından doğrudan veya dolaylı olarak etkilenen kişilerin uğrayabileceği potansiyel zararların azaltılması amacıyla, uygun güvenlik ve koruma mekanizmalarının tasarlanması ve uygulanması • Olumsuz etkiler oluştuğunda, kişiler için erişilebilir telafi mekanizmalarının oluşturulması
	UNESCO	• YZ aktörleri ile Üye Devletlerin, ulusal ve uluslararası hukukla uyumlu şekilde, YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün tüm aşamalarında etik ve hukuki sorumluluklarını yerine getirmeleri • YZ sistemine dayalı karar ve eylemlerin etik sorumluluğu ve yükümlülüğünün; YZ aktörlerine, YZ sisteminin yaşam

		döngüsündeki rollerine uygun şekilde belirlenmesi • Uygun gözetim, etki değerlendirmesi, denetim ve durum tespiti mekanizmalarının oluşturulması • Hem teknik hem de kurumsal tasarımların YZ sistemlerinin denetlenebilirliğini ve izlenebilirliğini sağlaması
	UYZS	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsünde yer alan kişinin/kişilerin ve kuruluşların, YZ sistemlerinin düzgün işleyişinden ve YZ ilkelerinin uygulanmasından sorumlu olması • YZ aktörlerinin etik sorumluluklarının, karar ve eylemlerindeki mesuliyetlerinin; yaşam döngüsündeki rolleri, sistemin bağlamı ve teknolojik imkânlar doğrultusunda ilişkilendirilmesi. • Hesap verebilirlik kapsamında; insan denetimi, etki analizi ve risk değerlendirmesi için gerekli mekanizmaların oluşturulması ve bu gerekliliklerin YZ aktörleri arasında uygun şekilde dağıtılması • Teknik ve kurumsal tasarımın YZ değerleri ile uyumun denetimine ve izlenebilirliğine ilişkin güvence sağlaması • YZ sisteminin davranış örüntülerinin üçüncü taraflarca yetkileri doğrultusunda araştırılabilmesine imkân verecek denetim bilgilerinin sağlanması
Dayanıklılık, Güvenlik ve Emniyet	**OECD**	• YZ sistemlerinin normal kullanım, öngörülebilir kullanım veya kötüye kullanım koşullarında yaşam döngüleri boyunca dayanıklı, güvenli ve emniyetli olmasının sağlanması ve makul olmayan güvenlik ve/veya emniyet riskleri oluşturmaması • YZ sistemlerinin gerektiğinde güvenli bir şekilde devre dışı bırakılabilmesi, düzeltilebilmesi ve/veya hizmetten çıkarılabilmesi için uygun mekanizmaların mevcut olması • Bilgi bütünlüğünün sağlanmasına yönelik mekanizmaların oluşturulması
	HLEG	• YZ sistemlerinin risklere karşı önleyici bir yaklaşımla; istenmeyen ve beklenmedik zararları en aza indirip, kabul edilemez zararları önleyecek ve güvenilirliği sağlayarak çalışacak şekilde geliştirilmesi • YZ sistemlerinin güvenlik açıklarının en aza indirilmesi ve karşı ataklara karşı gerekli tedbirlerin alınması • YZ sistemlerinin, herhangi bir sorun veya risk durumu ortaya çıktığında devreye alınabilecek bir geri çekilme mekanizmasına sahip olması • YZ tarafından üretilen tahminlerde yanlışlık olmasının kaçınılmaz olduğu durumlarda sistemin bu hataların olasılığını gösterebilmesi • YZ sistemlerinin çıktılarının aynı koşullar altında tekrarlandığında aynı davranışı sergileyecek şekilde tekrarlanabilir ve güvenilir olması
	UNESCO	• Yapay zekâ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkabilecek istenmeyen zararlar ve muhtemel zafiyetlerin önlenmesi, tespit edilmesi, ele alınması ve ortadan kaldırılması için gerekli tedbirlerin alınması • Daha iyi model eğitimi ve doğrulaması sağlayan sürdürülebilir, mahremiyeti koruyan veri erişim çerçevelerinin geliştirilmesi.
	UYZS	• İnsan, çevre ve biyolojik ekosistem için emniyet ve güvenliğin sağlanması adına; YZ sisteminin yaşam döngüsü boyunca istenmeyen zararlardan ve saldırı esnasında kötü niyetli

		aktörlerin yararlanabileceği zafiyetlerden kaçınılması • Tüm YZ sistemlerinin; sağlam, istikrarlı ve güvenilir bir şekilde çalışması ve risklerin devamlı şekilde değerlendirilerek yönetilmesi • YZ sistemlerinin; daha iyi model eğitiminin sağlanabileceği, sürdürülebilir ve mahremiyeti koruyan veri erişim çerçeveleri ile desteklenmesi
Şeffaflık ve Açıklanabilirlik	**OECD**	• YZ aktörlerinin, içinde bulundukları bağlamı ve güncel teknolojik gelişmeleri dikkate alarak; YZ teknolojilerine ilişkin genel bir farkındalığın geliştirilmesini, paydaşların YZ ile etkileşimlerinin bilincinde olmalarını, YZ çıktılarının nasıl üretildiğini anlayabilmelerini ve gerektiğinde bu çıktılara itiraz edebilmelerini sağlayacak nitelikte açık ve anlamlı bilgiler sunmaları
	HLEG	• YZ' nin veri, sistem ve iş modeli gibi unsurlarının şeffaf olması • Veri setlerinin, YZ'nin karar alma süreçlerinin izlenebilirlik ilkesinin sağlanabileceği şekilde belgelendirilmesi • YZ sistemlerinin teknik süreçlerinin (örn. karar alma süreçlerinin) ve YZ ile ilgili olarak insanlar tarafından alınan kararların, ilgili paydaşın uzmanlık alanına uygun bir şekilde açıklanması • Bireylerin, bir YZ sistemiyle etkileşimde olduklarında karşılarında bir insan olmadığının farkında olmalarının sağlanması ve sistemin yetenekleri ile sınırları hakkında hem YZ uygulayıcılarının hem de son kullanıcıların bilgilendirilmesi
	UNESCO	• Şeffaflık ve açıklanabilirlik düzeyinin; gizlilik, emniyet ve güvenlik gibi diğer ilkeler ile denge kurularak bağlama ve etkiye uygun şekilde belirlenmesi • YZ algoritmalarının bir karar üzerinde etkili olduğu yahut bu algoritmalara dayanarak bir karar verildiği hallerde bireylerin tam olarak bilgilendirilmeleri ve ilgili YZ aktöründen veya kamu sektörü kurumlarından açıklayıcı bilgi talep etme hakkına sahip olmaları • Bireylerin haklarını ve özgürlüklerini etkileyen bir kararın nedenlerine erişebilmeleri ve kararı inceleyip düzeltebilecek aktörlere başvuruda bulunabilmeleri • Bir ürün yahut hizmetin doğrudan YZ tarafından yahut YZ yardımıyla sağlandığı hallerde kullanıcıların uygun şekilde ve zamanında bilgilendirilmesi • Şeffaflık ilkesinin; YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün tüm süreçlerini, karar alma sürecine etki eden faktörleri ve gerekli durumlarda kullanılan kodlar ile veri setlerini kullanıcıların anlayabileceği şekilde yerine getirecek biçimde uygulanması • YZ sisteminin girdilerinin, çıktılarının, her bir algoritmik yapı taşının nasıl çalıştığının ve sistem çıktısına nasıl hizmet ettiğinin anlaşılabilir hale geleceği şekilde açıklanabilirliğin sağlanması
	UYZS	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsünde bulunan kişiler ve kuruluşlar tarafından YZ sisteminin bağlamına uygun olarak, şeffaf ve açıklanabilir olmasının sağlanması • Bireylerin YZ algoritmalarına dayanarak alınan kararlardan haberdar olma ve kamu kurumları ve özel sektör kuruluşlarından açıklayıcı bilgi talep edebilme hakkına sahip olmaları

		• Son kullanıcıya ve diğer paydaşlara; otomatik olarak ve algoritmalara dayanılarak alınan kararların, bu kararların alınmasında etkili olan verinin ve ilgili veriden elde edilen bilginin kullanımına ilişkin detayların teknik olmayan terimlerle ve yalın bir dille açıklanabilmesi
İnsan Hakları, Temel Özgürlükler ve İnsan Onuruna Saygı	**OECD**	• YZ aktörlerinin, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca hukukun üstünlüğüne, insan haklarına, demokratik değerlere ve insan merkezli ilkelere saygı göstermesi
	HLEG	• YZ sistemlerinin; insanların fiziksel ve zihinsel bütünlüğüne, kişisel ve kültürel kimlik duygusuna ve temel ihtiyaçlarının karşılanmasına saygı duyan, hizmet eden ve koruyan bir şekilde geliştirilmesi • İnsanların kendi yaşam kararlarını alma özgürlüğüne sahip olması • Bireyin özgürlüğü kapsamında; bireye yönelik gayri meşru zorlamanın, zihinsel özerkliğine ve zihinsel sağlığına yönelik tehditlerin, haksız gözetimin, aldatmanın ve haksız manipülasyonun azaltılması
	UNESCO	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında hiçbir insan veya insan topluluğunun fiziksel, ekonomik, sosyal, politik, kültürel veya zihinsel olarak zarar görmemesi veya ikincil öncelikli bir konumda görülmemesi • YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca, insanların yaşam kalitesinin artırılmasının gerekmesi • YZ sistemleri ile etkileşime giren kişilerin bu etkileşim sırasında nesneleştirilmemesi, onurlarının zedelenmemesi ve insan hakları ile temel özgürlüklerinin ihlal edilmemesi • Hükümetlerin, özel sektörün, sivil toplumun, uluslararası örgütlerin, teknik toplulukların ve akademinin; YZ sistemlerinin yaşam döngüsünü çevreleyen süreçlere müdahalelerinde insan hakları araçlarına ve çerçevelerine saygı göstermesi
	UYZS	• İnsan onuru, insan hakları ve temel özgürlüklerin YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca esas alınması • Türkiye'de geliştirilecek tüm YZ teknolojilerinin; insan hakları, demokratik değerler ve hukukun üstünlüğü önceliklendirilerek toplumun her kesiminin faydalanabileceği şekilde ulusal etik değerlerle bütünlük içinde tasarlanması • YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında hiçbir insanın fiziksel, ekonomik, sosyal, politik veya psikolojik olarak zarar görmemesi • YZ sistemlerinin yaşam döngüleri boyunca girdikleri etkileşimlerde kişilerin nesneleştirilmemesi, kişilerin haysiyetlerine zarar verilmemesi, insan haklarının ihlal veya istismar edilmemesi
Kapsayıcı Büyüme, Çevreyi Geliştirme, Sürdürülebilir Kalkınma ve İyi Oluş Hâli	**OECD**	• Paydaşların insanlar ve gezegen için faydalı sonuçlar elde etmek amacı doğrultusunda güvenilir YZ'nin sorumlu şekilde yönetilmesine yönelik proaktif şekilde katkı sunması
	HLEG	• YZ sistemlerinin gelecek nesiller dâhil olmak üzere tüm insanlara fayda sağlayacak şekilde kullanılması • YZ çözümlerinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi küresel konulara yönelik fayda sağlaması • Sistemlerin sosyal ve toplumsal alandaki etkilerinin dikkatlice değerlendirilmesi

		• Çevre ve diğer canlıların da YZ yaşam döngüsü boyunca paydaş olarak görülmesi ve YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca çevre ile diğer canlılar üzerindeki etkilerinin de dikkate alınması • YZ tedarik zinciri boyunca, kaynak kullanımı ve enerji tüketimi açısından çevresel etkileri en aza indirecek seçeneklerin tercih edilmesi
	UNESCO	• YZ sistemlerinin sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerinin farkındalığı ile birlikte YZ teknolojilerinin insan, toplum, kültür, ekonomi ve çevre üzerindeki etkilerinin sürekli değerlendirilmesi • Yapay zekâ sistemlerinin yaşam döngüsünde yer alan tüm aktörlerin; çevrenin ve ekosistemlerin korunması ile restorasyonu ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla, uygulanabilir uluslararası hukuk, ulusal mevzuat, standartlar ve ilgili uygulamalara uygun hareket etmeleri • YZ sistemlerinin, karbon ayak izi de dâhil olmak üzere çevresel etkilerinin azaltılması; iklim değişikliği ve diğer çevresel risk faktörlerinin en aza indirilmesi yönünde tasarlanması ve uygulanması • Doğal kaynakların sürdürülemez biçimde sömürülmesi, kullanılması ve dönüştürülmesi sonucunda çevrenin ve ekosistemlerin bozulmasına yol açan faaliyetlerin önlenmesi
	UYZS	• İnsanların ve diğer canlıların YZ alanındaki gelişmelerden faydalanabilmeleri adına; YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca çevre ve biyolojik ekosistem gelişiminin tanınması ve desteklenmesi • YZ sistemlerinin yaşam döngüsüne dâhil olan tüm aktörler tarafından; çevre ve ekosistemin korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir kalkınması için tasarlanmış ilgili uluslararası ve ulusal mevzuatın, standartların ve uygulamaların takip edilmesi
Çeşitlilik, Ayrımcılık Yapmama ve Adalet	**OECD**	• YZ aktörlerinin, YZ sistemi yaşam döngüsü boyunca hukukun üstünlüğüne, insan haklarına, demokratik ve insan merkezli değerlere saygı göstermesi; bu kapsamda ayrımcılık yapılmaması, eşitlik, çeşitlilik ve adaletin gözetilmesi
	HLEG	• YZ sisteminin yaşam döngüsü boyunca kapsayıcılığın ve çeşitliliğin; sistemden etkilenebilecek paydaşların sürece katılması, kapsayıcı tasarım süreçleri, farklı kültür ve disiplinlerden gelen kişilerden oluşturulan ekipler ve eşit muamele prensibi gibi yöntemlerle sağlanması • Veri setlerinden kaynaklanan veya YZ sistemlerinin geliştirilmesi sürecinde ortaya çıkan, tespit edilebilir ve ayrımcı nitelik taşıyan önyargıların önlenmesi • YZ sistemlerinin herhangi bir engellilik durumu gözetilmeksizin olabilecek en geniş kapsamda kullanıcıya ulaşacak şekilde erişilebilir olması
	UNESCO	• YZ aktörlerinin; farklı yaş gruplarının, kültürel sistemlerin, dil gruplarının, engelli bireylerin, kız çocukları ve kadınların, dezavantajlı ve savunmasız durumda olan kişilerin ya da toplulukların özel ihtiyaçlarını dikkate alarak, YZ teknolojilerinden doğan faydaların herkese sunulmasını ve erişilebilirliğini güvence altına alacak kapsayıcı bir yaklaşıma sahip olması • Üye Devletlerin yerel topluluklar da dâhil olmak üzere herkesin kapsayıcı şekilde yerel içerik ve hizmetlere sahip YZ

		sistemlerine erişebilmesi için gerekli çalışmaları yürütmesi • Üye Devletlerin; ülkeler içinde ve arasındaki dijital ve bilgi uçurumlarını ele alması • Üye Devletlerin YZ sistemlerin geliştirilmesine erişim ve katılım bakımından kapsayıcılığı sağlaması • Üye Devletlerin YZ sisteminin yaşam döngüsüne erişim ve katılım açısından ırk, renk, soy, cinsiyet, yaş, dil, din, siyasi görüş, sosyal köken, ekonomik veya sosyal doğum durumu veya engellilik ve diğer herhangi bir nedene bakılmaksızın kırsal ve kentsel alanlar arasında eşitliği teşvik etmesi • Uluslararası düzeyde, teknolojik olarak en gelişmiş ülkelerin, YZ teknolojilerinin faydalarının paylaşılmasını sağlamak için en az gelişmiş ülkelerle dayanışması • YZ aktörlerinin; YZ sisteminin yaşam döngüsü boyunca ayrımcı veya önyargılı uygulamaları ve sonuçları en aza indirmek ve yahut bunların güçlendirilmesinden veya sürdürülmesinden kaçınmak için tüm makul çabayı göstermeleri
	UYZS	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca; demografik, kültürel, sosyal boyutlar dâhil olmak üzere fakat bunlarla sınırlı kalmaksızın çeşitliliğe ve kapsayıcılığa saygı, koruma ve teşvikin sağlanması • YZ sistemlerinin isteğe bağlı kullanımı ve tasarımı dâhil olmak üzere bireylerin yaşam tarzı seçimlerinin, inançlarının, fikirlerinin, ifadelerinin veya kişisel deneyimlerinin kapsamının YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında herhangi bir şekilde kısıtlanmaması • YZ sistemlerinden yararlanmaya ve kapsayıcılığı genişletmeye yönelik teknolojik altyapı, eğitim ve beceri eksikliklerinin giderilmesi ve farkındalık seviyesinin artırılması • YZ teknolojilerinin üretilmesinin, geliştirilmesinin ve uygulanmasının herhangi bir şekilde ayrımcılığa yol açmaması ve veri kümelerinin bu yönde denetlenebilmesi • Toplumun tüm kesimlerinin YZ sistemlerinin kullanımı hakkında bilinçli kararlar alabilmesi ve YZ sistemlerinin istenmeyen etkilerine karşı korunmasının sağlanması adına etkin halk katılımının sağlanması • YZ sistemlerinin hukukun üstünlüğüne, temel hak ve özgürlüklere bağlı kalarak tüm paydaşlara eşit ve adil hizmet sunacak şekilde tasarlanması • YZ sistemlerinin faydalarının yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerde paylaşılmasının sağlanması • YZ sistemlerinin tarafsız şekilde; farklı yaş grupları, kültürel sistemler ve dil grupları ile engelli kişilerin ve dezavantajlı, marjinal ve savunmasız toplum kesimlerinin özel ihtiyaçlarını dikkate alması • Algoritmalara dayanılarak alınan kararların, farklı demografik kesimler üzerinde ayrımcı veya haksız etkiler oluşturmadığından emin olunması • Karar verme süreçlerinde kasıtlı olmayan ayrımcılıkların ortaya çıkmasının engellenmesi için izleme ve hesap verme mekanizmalarının geliştirilmesi ve bu mekanizmaların uygulama sürecine dâhil edilmesi
Mahremiyet ve Veri Yönetişimi	**OECD**	• YZ aktörlerinin, YZ sistemi yaşam döngüsü boyunca hukukun üstünlüğüne, insan haklarına, demokratik ve insan merkezli

		değerlere saygı göstermesi; mahremiyetin ve veri korumanın sağlanması
	HLEG	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca; hem kullanıcı tarafından sağlanan veriler hem de kullanıcı ile sistem arasındaki etkileşim sırasında üretilen veriler açısından mahremiyetin ve veri korumanın sağlanması için gerekli güvencelerin temin edilmesi • Veri kalitesi ve bütünlüğünün sağlanması amacıyla, süreçlerin ve veri setlerinin yaşam döngüsünün her aşamasında denetlenmesi ve belgelendirilmesi • Bireylerin verilerine yalnızca görevli ve yetkin personelin erişim sağlaması bakımından gerekli tedbirleri içeren uygun veri yönetişim mekanizmalarının oluşturulması
	UNESCO	• YZ sistemlerine ilişkin verilerin; uluslararası hukukla uyumlu ve YZ etik ilke ile değerleri doğrultusunda ilgili ulusal, bölgesel ve uluslararası yasal çerçevelere saygı gösterilerek toplanması, kullanılması, paylaşılması, arşivlenmesi ve silinmesi • Ulusal veya uluslararası düzeyde çok paydaşlı bir yaklaşım doğrultusunda YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca uygulanacak yeterli veri koruma çerçeveleri ve yönetişim mekanizmalarının oluşturulması • YZ sistemleri için mahremiyet etki değerlendirmesinin yapılması • YZ aktörlerinin, YZ sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasının, kişisel verilerin yaşam döngüsü boyunca korunmasını güvence altına alacak şekilde gerçekleştirilmesinden sorumlu ve hesap verebilir olmaları
	UYZS	• Mahremiyetin bireysel ve toplumsal düzeyde YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca korunması; verilerin YZ değer ve ilkelerine uygun bir şekilde toplanması, kullanılması, paylaşılması, arşivlenmesi ve silinmesinin sağlanması; işlenen kişisel verilerin kaynaklarının, toplanma yöntemlerinin ve bu verilere dayanılarak alınan kararların bireyler üzerindeki etkilerinin izlenebilir olması.
İnsan Unsuru ve Gözetimi	**OECD**	• Amaç dışı kullanım ile kasıtlı veya kasıtsız kötüye kullanımdan kaynaklanan risklerin, bağlama ve en son teknolojik gelişmelere uygun biçimde ele alınmasını teminen; YZ aktörleri tarafından insan denetimi ve gözetimi gibi mekanizmaların uygulanması
	HLEG	• YZ sistemlerinin insan haklarını olumsuz etkileyebileceği durumlarda; sistemin geliştirilme aşamasından önce temel insan hakları etki değerlendirilmesinin yapılması • Belirli durumlarda; bir YZ sisteminin hiç kullanılmamasına karar verilebilmesi, sistemin kullanımında insan takdir yetkisinin seviyelerinin belirlenmesi ve sistemin verdiği bir kararın gerektiğinde geçersiz kılınabilmesi • Gözetim mekanizmalarının; YZ sisteminin kullanım alanı ve potansiyel riskine bağlı olarak diğer güvenlik ve kontrol tedbirlerini desteklemek amacıyla farklı derecelerde belirlenmesi • Bir insanın bir YZ sistemi üzerinde az gözetim uygulayabildiği durumlarda, buna karşılık daha kapsamlı testler yapılması ve daha sıkı yönetişim mekanizmalarının uygulanması
	UNESCO	• Üye Devletlerin, YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi

		bir aşamasında ve bu sistemlerle ilgili telafi gerektiren durumlarda etik ve hukuki sorumluluğun her zaman gerçek kişilere yahut tüzel kişilere atfedilebilmesinin güvence altına alması • İnsan gözetiminin sadece bireysel düzeyde olmaması, gerektiği durumlarda kapsayıcı bir kamusal denetimi de içermesi
İnsan Onuru, Bireysel Özerklik ve Otonomi	**HLEG**	• YZ sistemleriyle etkileşimde bulunan bireylerin, kendi kararları üzerinde tam ve etkili bir özerkliğe sahip olmalarının sağlanması • YZ sistemlerinin bireyleri boyun eğdirme, zorlama, aldatma, manipüle etme, şartlandırma için değil; insanların bilişsel, sosyal ve kültürel becerilerini artırmak, tamamlamak ve güçlendirmek için tasarlanması • Bireyler ve YZ sistemleri arasındaki görev dağılımının, insan merkezli tasarım ilkelerine uygun olması ve insanlara anlamlı seçim yapma olanağının sunulması • YZ sistemlerinin, nihai aşamada insan sorumluluğunun veya hesap verebilirliğinin yerini almaması • Kural olarak, yaşam ve ölüm kararlarının YZ sistemlerine bırakılmaması gerektiği
	OECD	• YZ aktörlerinin, YZ sisteminin yaşam döngüsü boyunca hukukun üstünlüğüne, insan haklarına ve demokratik değerlere saygı göstermesi gerektiği ve bunlar arasında özgürlük, insan onuru ve bireysel özerkliğin de yer alması
	UNESCO	• İnsan onurunun, bireysel özerkliğinin ve insan eyleminin korunması için temel bir hak olan mahremiyete, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca saygı gösterilmesi • İnsan onuru ve özerkliğinin korunması amacıyla, YZ destekli nöroteknolojiler ve beyin–bilgisayar arayüzleri gibi sistemlere ilişkin etik soruların dikkate alınması
Ölçülülük ve Zarar Vermeme	**HLEG**	• YZ sistemlerinin, insan onuru ve fiziksel bütünlüğü dâhil olmak üzere, insanlara herhangi bir zarar vermemesi, mevcut bir zararı artırmaması yahut başka olumsuz bir etkiye sebep olmaması • YZ sistemlerinin; işverenler ve çalışanlar, işletmeler ve tüketiciler veya hükümet ve vatandaşlar gibi güç veya bilgi dengesizlikleri nedeniyle olumsuz etkiler yaratabileceği veya bu etkileri şiddetlendirebileceği durumlara özel dikkat gösterilmesi
	UNESCO	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsüne ilişkin hiçbir sürecinin, meşru amaç ve hedeflere ulaşmak için gerekli olanın ötesine geçmemesi ve bağlama uygun şekilde yürütülmesi • İnsanlara, insan haklarına ve temel özgürlüklere, topluluklara, genel olarak topluma ya da çevreye ve ekosistemlere zarar verme olasılığı söz konusu olduğunda; bu tür zararların meydana gelmesini önlemek amacıyla risk değerlendirme prosedürlerinin uygulanması ve gerekli önlemlerin alınması • Kararların geri döndürülemez veya geri döndürülmesi zor bir etkiye sahip olduğu yahut yaşam ve ölüm kararlarını içerebileceği anlaşılan senaryolarda, nihai kararın bir insan tarafından verilmesi • YZ sistemlerinin sosyal puanlama veya kitle gözetimi amaçları için kullanılmaması
	UYZS	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün hiçbir aşamasında, meşru amaç ve hedeflerin dışına çıkılmaması ve bağlamına uygun

		şekilde çalışması • İnsan, çevre ya da biyolojik ekosisteme olası herhangi bir zarar durumuna karşı gerekli risk değerlendirmelerinin yapılması ve zararın önlenmesine yönelik önlemlerin alınması • Kullanılacak YZ tekniklerinin, meşru amaçlara uygun olması ve YZ'ye ilişkin temel değerlerin ihlaline yol açmayacak nitelikte seçilmesi
Farkındalık ve Okuryazarlık	**UNESCO**	• YZ teknolojilerine ve verinin değerine ilişkin kamuoyu farkındalığı ve anlayışının; açık ve erişilebilir eğitim, yurttaş katılımı, dijital beceriler ve YZ etiği eğitimi, medya ve bilgi okuryazarlığı ile desteklenmesi • Eğitimlerin; hükümetler, hükümetler arası kuruluşlar, sivil toplum, akademi, medya, topluluk liderleri ve özel sektörün ortak katılımıyla yürütülmesi • Mevcut dilsel, toplumsal ve kültürel çeşitlilik dikkate alınarak, toplumun tüm üyelerinin YZ sistemlerinin kullanımına ilişkin bilinçli kararlar alabilmeleri ve uygunsuz etkilerden korunabilmelerinin sağlanması
Çok Paydaşlı, Uyarlanabilir Yönetişim ve İş Birliği	**UNESCO**	• Veri kullanımında, uluslararası hukuk ve ulusal egemenliğe saygılı davranılması • Devletlerin, kendi egemenlik alanlarında bulunan veya bu alanlardan geçen verileri etkin şekilde düzenleyebilmeleri amacıyla; uluslararası hukuk ve insan haklarına ilişkin norm ve standartlarla uyumlu ulusal veri düzenlemeleri yapabilme yetkisine sahip olmaları • YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca; hükümetler, hükümetler arası örgütler, teknik topluluklar, sivil toplum, araştırmacılar ve akademisyenler, medya, eğitim, politika yapıcılar, özel sektör şirketleri, insan hakları kurumları ve eşitlik kuruluşları, ayrımcılık karşıtı izleme kuruluşları ve gençlik ve çocuk grupları dahil olmak üzere farklı paydaşların katılımının sağlanarak kapsayıcı yönetişim yaklaşımı ile ilerlenmesi • YZ'nin faydalarının tüm topluma yayılmasının ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sunmasının sağlanması • İş birliğinin kolaylaştırılması için açık standartların ve birlikte çalışabilirliğin benimsenmesi • Teknolojilerdeki değişimlerin, yeni paydaş gruplarının ortaya çıkışının hesaba katılması • Yerli Halkların (Indigenous Peoples) verilerinin kendileri tarafından yönetilmesine saygı gösterilmesi bakımından gerekli önlemlerin alınması
	UYZS	• YZ sistemlerinin kapsayıcı ve çevik yönetişiminin, faydalarının topluma aktarılması, teknolojik ilerlemeye ve kalkınmaya katkı sunmasının sağlanması • Kamu kurumları, sivil toplum, uluslararası kuruluşlar, araştırmacılar, akademi, medya, eğitimciler, politika yapıcıları, özel sektör, insan hakları kurumları, gençler ve çocuklardan oluşan YZ paydaşları arasındaki iş birliğini kolaylaştırmak adına açık standartların ve birlikte çalışabilirliğin benimsenmesi • Teknolojik gelişmeler ve yeni sosyo-teknik ihtiyaçlara uygun çevik yönetişim tedbirlerinin alınması
Veri Egemenliği	**UYZS**	• YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca verinin kullanımında uluslararası kurallara uyulması ve tarafların egemenlik haklarına saygı gösterilmesi

		• Egemenlik alanında üretilmiş yahut egemenlik alanları üzerinden geçen dijital verinin düzenlenmesinde; uluslararası yükümlülükler, ulusal mevzuat ve YZ değerleri doğrultusunda, güvenli veri dolaşımını etkinleştirecek tedbirlerin alınması • Kişiler ve kurumlar arası veri paylaşımının, alınan tedbirlere ve hukuki çerçeveye uygun olarak gerçekleştirilmesi • Hukuki çerçevenin belirsiz olduğu durumlarda insan hakları ve mahremiyet başta olmak üzere YZ değer ve ilkelerinin ön planda tutulması
Barışçıl, Adil ve Birbirine Bağlı Toplumlarda Yaşamak	**UNESCO**	• YZ aktörlerinin; herkesin yararına, insan hakları ve temel özgürlükler ile uyumlu, birbirine bağlı bir geleceğe dayanan barışçıl ve adil toplumları sağlamak için katılımcı ve etkinleştirici bir rol oynaması • YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca barışın, kapsayıcılığın ve adaletin, eşitliğin ve birbirine bağlılığın teşvik edilmesi • YZ sistemlerinin yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında, bireylerin ve toplumların özgürlüğünü, özerkliğini ve bağımsız karar alma süreçlerini zayıflatmaması, ortadan kaldırmaması veya onları nesneleştirmemesi • YZ sistemlerinin tasarımından kullanımına kadar olan tüm süreçlerde; bireyler ve topluluklar arasında ayrımcılık, çatışma veya düşmanlık yaratacak şekilde kullanılmaması; aynı zamanda insanlar, diğer canlı türleri ve doğal çevre arasındaki uyumlu birlikte yaşamın korunması
	UYZS	• YZ aktörleri, toplumların birlikte barış içinde yaşamasını destekleyecek, dijital kapsayıcılığı artıracak ve birbirine bağlı bir geleceğin fırsatlarının tüm birey ve topluluklara adil biçimde sunulmasına katkı sağlayacak şekilde sorumluluk üstlenmesi • YZ sistemlerinin yaşam döngüleri boyunca tüm canlıların birbirleriyle ve doğal çevreyle ahenk içinde ve bağlantılı olmalarına katkıda bulunulması • YZ sistemlerinin tarafları nesneleştirmemesi, ayrıştırmaması ve tehlikeye atmaması

3.2.1.3 Etik Riskler

3.2.1.3.1 Kişisel Verilere İlişkin Riskler

YZ teknolojilerinin hızla gelişmesi ve hayatın her alanına nüfuz etmesiyle, kişisel verilerin korunması alanında yeni riskler ve endişeler ortaya çıkmıştır.[1025] Büyük miktarda veriye dayanan YZ uygulamaları, bireylerin mahremiyetini zedeleyebilecek veya yasal korumaları zorlayabilecek uygulamalara yol açabilmektedir. Nitekim TBMM tutanaklarında 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nun (KVKK) dijital iş modelleri ve yeni teknolojiler ışığında gözden geçirilerek Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR)

[1025] TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu Kurulmasına İlişkin Meclis Tutanakları, https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/Tutanak?Id=0f2b7934-2eaa-46d0-8c96-01924d1395fd (Erişim Tarihi: 23.07.2025).

ile uyumlu hâle getirilmesi gerektiği belirtilmiştir.[1026] Yine YZ'nin başarılı bir şekilde topluma entegre edilebilmesi için veri güvenliği zafiyetlerinin giderilmesinin şart olduğu ifade edilmiştir.[1027] Ayrıca YZ'nin büyük hacimli ve kişisel verilerle beslenmesi sonucu veri güvenliği ve mahremiyet ihlali riskleri de özellikle vurgulanmıştır.[1028]

Kişisel verilerin korunmasına ilişkin hukukî çerçeveler, veri işlemenin belirli ilkelere uygun yürütülmesini şart koşmaktadır.[1029] GDPR ve KVKK başta olmak üzere birçok veri koruma düzenlemesi; hukuka uygunluk, doğruluk ve gerektiğinde güncel olma, belirli, açık ve meşru amaçlar için işlenme, işlendiği amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olma, ilgili mevzuatta öngörülen veya işlendikleri amaç için gerekli olan süre kadar muhafaza edilme şeklindeki temel ilkelere uyulmasını zorunlu kılmaktadır. Veri minimizasyonu ise en yalın haliyle, kişisel verilerin belirli bir amaç için gereken en az seviyede toplanıp işlenmesini ifade etmektedir. GDPR m.5/1(c) kişisel verilerin *"işlendikleri amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü"* olmasını öngörmüştür. Aynı ilke KVKK m.4/2 (ç)'de de yer almaktadır. Benzer şekilde Çin Veri Koruma Yasası da (*The Personal Information Protection Law of the People's Republic of China / PIPL*) "amaçla bağlantılılık ve veri minimizasyonu" ilkesini açıkça düzenleme altına almaktadır.[1030] YZ uygulamalarında ise büyük veri kritik bir rol oynadığından, bu ilkenin pratikte uygulanması güçleşebilecektir. Örneğin bir makine öğrenmesi modelinin eğitimi için mümkün olduğunca fazla veri toplanmak istenmesi; verinin başlangıçta belirlenen amacı aşacak şekilde kullanılmasına, literatürde "*başlangıçtaki amacı aşan kullanım" (function creep)* olarak anılan, verinin toplanma amacı dışında genişletilerek kullanımı riskine yol açabilecektir.[1031] Nitekim bu risk, biyometrik veriler gibi hassas verilerde somutlaştığından başlangıçtaki amacı aşan kullanımın engellenmesi için gerekli kontrol ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

YZ teknolojilerinde veri minimizasyonu ilkesine uyulmaması, amaç sınırlaması ilkesinin de ihlâl edilmesi anlamına gelmektedir. GDPR ve KVKK'ya göre kişisel veriler,

---

[1026] a.g.e.
[1027] a.g.e.
[1028] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1029] Kişisel verilerin korunması hakkındaki mevzuata ilişkin detaylı açıklama ve değerlendirmeler, dördüncü ana başlık altında yer almaktadır.
[1030] *Personal Information Protection Law of the People's Republic of China*, art. 6, 2021, http://en.npc.gov.cn.cdurl.cn/2021-12/29/c_694559.htm (Erişim Tarihi: 16.06.2025).
[1031] AB Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR). Madde 5(1)(b) – Purpose limitation ve Gerekçe 50. Madde 5(1)(b) açıkça "kişisel verilerin, toplanma amaçlarıyla bağdaşmayacak şekilde daha sonra işlenemeyeceğini" söyler; Gerekçe 50, bu kuralın "function creep"i önlemeyi hedeflediğini belirtir. Official Journal PDF: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679. UK Information Commissioner's Office (ICO), Big Data, Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Protection, 2017, s. 20. https://ico.org.uk/media/2013559/big-data-ai-ml-and-data-protection.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

yalnızca belirli ve meşru amaçlar için toplanmalı ve bu amaçların dışında kullanılmamalıdır.[1032] Ancak YZ projelerinde, eldeki verilerin sonradan farklı bir amaçla (örneğin ilk toplanma amacı dışında bir algoritmayı eğitmek için) kullanılmak istenmesi mümkündür. Bu durumda ilgili kişiden yeniden rıza alınmaksızın veya başka bir hukuka uygunluk sebebine dayanmaksızın kişisel verilerin işlenmesi, hukuka aykırılık teşkil edecektir. TBMM'de de bu konuya dikkat çekilerek veri paylaşımına ilişkin mevzuatın teknolojik gelişmelere göre güncellenmesi ve tüm kurumlarda küresel dinamiklere uyumlu uygulamaların tesis edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.[1033] Aksi takdirde gelişigüzel veri kullanımı hem bireylerin mahremiyetini zedeleyecek hem de hukukî yaptırımlara yol açabilecektir.

3.2.1.3.1.1 Anonimleştirme ve Yeniden Tanımlanabilirlik Riskleri

Kişisel verilerin YZ alanında güvenli biçimde kullanılabilmesi için başvurulan yöntemlerden biri anonimleştirmedir. Kişisel verilerin anonim hale getirilmesi, söz konusu verilerin başka bilgilerle bir araya getirilse dahi herhangi bir şekilde kimliği belirli veya belirlenebilir bir gerçek kişiyle ilişkilendirilemeyecek bir duruma getirilmesi anlamına gelmektedir.[1034] Anonimleştirme işleminin geçerli sayılabilmesi için, kayıt ortamı ve ilgili faaliyet alanına uygun tekniklerin uygulanması sonucunda, veri sorumlusu veya alıcı gruplar tarafından dahi, verilerin geri döndürülerek kimliğin tespit edilememesi gerekmektedir.[1035] Veri sorumluları, kişisel verilerin anonimleştirilmesi amacıyla gerekli her türlü teknik ve idari tedbiri almakla yükümlü bulunmaktadır.

Teorik olarak anonim hale getirilmiş veriler, KVKK ve GDPR anlamında artık kişisel veri sayılmadığından bu düzenlemelerin kapsamında olmayacaktır. Bu sebeple YZ geliştirme sürecinde veri setlerini anonim hale getirerek kullanmak, yasal uyum açısından cazip bir yöntemdir. Nitekim Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından yayımlanan "YZ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler" isimli dokümanda da aynı sonuca kişisel veri işlemeksizin ulaşılabiliyorsa, verilerin anonim hale getirilerek işlenmesi gerektiği özellikle

[1032] AB Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR). Madde 5(1)(b)-Purpose limitation "Kişisel veriler, belirli, açık ve meşru amaçlar için toplanmalı ve… bu amaçlarla bağdaşmayan şekilde daha sonra işlenmemelidir." https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) Madde 4(2)(ç) *"Kişisel verilerin, işlendikleri amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olması."*

[1033] TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu Kurulmasına İlişkin Meclis Tutanakları, https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/Tutanak?Id=0f2b7934-2eaa-46d0-8c96-01924d1395fd (Erişim Tarihi: 23.07.2025).

[1034] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Silinmesi, Yok Edilmesi veya Anonim Hale Getirilmesi Rehberi, s.25.

[1035] a.g.e.

vurgulanmıştır.[1036] Bu önlem, tasarımdan itibaren gizlilik *(privacy by design)* yaklaşımının da bir parçasıdır.

Ne var ki anonimleştirmenin pratikte mutlak bir çözüm olmadığı, YZ bağlamında önemli bir yeniden tanımlanabilirlik riski bulunduğu da dile getirilmektedir.[1037] Gelişmiş analiz teknikleri ve büyük veri kümeleri kullanılarak, anonimleştirildiği varsayılan verilerden yeniden birey kimliklerinin çıkarılması mümkün olabilmektedir. Bazı YZ teknolojileri, çok sayıda veri noktasındaki desenleri öğrenerek, tek tek bireyleri tanımaya yönelik dolaylı yollar geliştirebilmektedir. Örneğin bir modelin eğitim verisinde yer alan herhangi bir bireye ait hassas bilgiler, model çıktılarının analiziyle veya modele yöneltilecek özel sorgularla açığa çıkarılabilecektir. Bu tür mahremiyet saldırıları (*privacy attacks*) literatürde model tersine mühendislik (*model inversion*) gibi teknikler olarak incelenmektedir.[1038]

Bu riskleri azaltmak için geliştirilen ileri düzey yöntemlerden biri diferansiyel mahremiyet tekniğidir. Diferansiyel mahremiyet, bir makine öğrenmesi modelinin çıktılarının, veri setindeki herhangi bir tekil bireyin verisine olan bağımlılığını matematiksel olarak sınırlamaktadır.[1039] Basitçe ifade etmek gerekirse, bir bireyin verisinin model eğitim setinde yer alıp almamasının sonuçlar üzerinde hissedilir bir etkisinin olmaması hedeflenmektedir. Bu yöntem genellikle modele veya veri setine kontrollü oranda "gürültü" ekleyerek gerçekleştirimektedir. Bir YZ'nin başarısını düşürmeden, tekil kayıtların etkisini perdelemek amaçlanır. Bu teknik "bir makine öğrenmesi algoritmasının oluşturduğu modelin, eğitiminde kullanılan herhangi bir bireyin verisine ne derece bağımlı olduğunu ölçmenin bir yolu" olarak tanımlamıştır.[1040] Böylece diferansiyel mahremiyetin, istatistiksel fayda ile mahremiyet arasındaki dengeyi matematiksel olarak sağlamaya çalıştığı ifade edilebilmektedir. Apple, Google gibi şirketlerin bazı uygulamalarında diferansiyel mahremiyet yaklaşımını kullanmaya

---

[1036] Kişisel Verileri Koruma Kurumu Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler, 15 Eylül 2021, s. 3, https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/7048/Yapay-Zeka-Alaninda-Kisisel-Verilerin-Korunmasina-Dair-Tavsiyeler (Erişim Tarihi: 16.06.2025). Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1037] Article 29 Working Party, *Opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques*, Bölüm 2.3 "No 100 % anonymisation",https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).; UK Information Commissioner's Office (ICO), Guidance on AI and Data Protection, 2020, Bölüm 4.2 "Anonymisation, pseudonymisation and re-identification risk", https://ico.org.uk/media/for-organisations/guide-to-data-protection/key-data-protection-themes/ai-guidance/2619783/ico-guidance-on-ai-and-data-protection.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1038] Information Commissioner's Office (ICO), *How should we assess security and data minimisation in AI?*,https://ico.org.uk/for-organisations/uk-gdpr-guidance-and-resources/artificial-intelligence/guidance-on-ai-and-data-protection/how-should-we-assess-security-and-data-minimisation-in-ai/ (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1039] a.g.e.

[1040] a.g.e.

başlaması, bu tekniğin giderek daha fazla tercih edildiğini göstermektedir.[1041]

Diferansiyel mahremiyet dışında, sentetik veri *(synthetic data)* kullanımı da kişisel verilerin korunmasında başvurulan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu yöntemde, gerçek kişilere ait veriler temel alınarak, istatistiki açıdan benzer ancak tamamen kurgusal yeni veri setleri üretilmekte ve YZ modelleri bu verilerle eğitilmektedir.[1042] Eğer sentezlenen veriler herhangi bir gerçek kişiyi tanımlamıyorsa/belirli ve belirlenebilir kılmıyorsa, kişisel veri mevzuatı kapsamında değerlendirilmeyecektir. Ancak sentezleme sürecinde yine de gerçek verilere ihtiyaç duyulduğundan ve oluşturulan yapay veriler dikkatlice analiz edildiğinde özgün veriyle ilgili ipuçları verebileceğinden, bu yöntemin de dikkatle uygulanması gerekmektedir.

Bunun yanında, federe öğrenme (*federated learning*) yöntemi de son yıllarda mahremiyetin korunması amacıyla kullanılmaktadır. Federe öğrenme, farklı kurum veya cihazların kendi verilerini merkezî olarak paylaşmaksızın, ortak bir makine öğrenmesi modeli geliştirmesine imkân tanımaktadır.[1043]

Böylelikle anonimleştirme, diferansiyel mahremiyet, yapay veri ve federe öğrenme gibi teknikler, YZ ile büyük verinin buluştuğu noktada mahremiyet risklerini azaltmak için geliştirilen başlıca araçlardır. Ancak bu araçların her biri kendi sınırları ve uygulanabilirlik koşullarıyla gelmektedir. Bu nedenle YZ projelerinde daha ilk aşamadan mahremiyet etki değerlendirmesinin yapılması ve yüksek risk öngörülüyorsa işlemenin bu değerlendirme ışığında şekillendirilmesi faydalı olacaktır.[1044] Fakat mahremiyet odaklı tasarım ve güçlü teknik önlemler bir arada uygulanmadıkça, YZ teknolojilerinin kişisel veri ihlalleri yaratma potansiyelinin bulunduğu belirtilmelidir.

[1041] Apple Inc., *Differential Privacy Overview* (teknik not), https://www.apple.com/privacy/docs/Differential_Privacy_Overview.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025). Google LLC, Resmî blog duyurusu *"Enabling Developers and Organizations to Use Differential Privacy"* (9 Eylül 2019), https://opensource.googleblog.com/2019/09/enabling-developers-and-organizations-to-use-differential-privacy.html (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1042] Information Commissioner's Office (ICO), "Anonymisation, How do we ensure anonymisation is effective?",https://ico.org.uk/for-organisations/uk-gdpr-guidance-and-resources/data-sharing/anonymisation/how-do-we-ensure-anonymisation-is-effective/ (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1043] European Data Protection Supervisor (EDPS), *TechDispatch #1/2025: Federated Learning* (10 Haziran 2025), https://www.edps.europa.eu/data-protection/our-work/publications/techdispatch/2025-06-10-techdispatch-12025-federated-learning_en (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1044] GDPR Madde 35 *"Data protection impact assessment-Yeni teknolojilerin kullanıldığı ve işlemenin niteliği, kapsamı, bağlamı ile amaçları dikkate alındığında kişilerin hak ve özgürlükleri açısından yüksek risk söz konusuysa, veri sorumlusu işleme öncesinde bir etki değerlendirmesi yapar."*

3.2.1.3.1.2 Aydınlatma, Şeffaflık ve Veri İşlemeye Dair Hesap Verebilirlik Riskleri

YZ teknolojilerinin kişisel veriler üzerinde yol açtığı risklerin yönetilmesinde, bilgilendirilmiş onam ve şeffaflığın önemi büyüktür. GDPR'a göre bir bireyin kişisel verilerinin işlenmesi rızaya dayanıyorsa, bu rızanın özgür iradeyle, belirli bir konu için, açık ve bilgilendirilmiş olması gerekmektedir.[1045] Veri sorumluları, YZ destekli işlemler de dahil olmak üzere tüm kişisel veri işleme faaliyetleri hakkında ilgili kişilere anlaşılır bilgiler sunmakla yükümlüdür. Bu kapsamda veri işlemenin amacı, kapsamı, kullanılan yöntemler ve özellikle otomatik karar verme süreçlerinin varlığı konusunda şeffaf olunması şarttır. KVKK'nın 10. maddesi de benzer şekilde veri sorumlusuna aydınlatma yükümlülüğü getirmektedir. YZ teknolojilerinde bu şeffaflık yükümlülüğünü yerine getirmek, geleneksel veri işleme faaliyetlerine kıyasla daha zorlu olabilecektir. Bu nedenle şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin YZ projelerinde zorunlu kılınması gerektiği ifade edilmektedir.[1046] Ayrıca YZ'nin sistemlerinin karar mekanizmalarının şeffaf olması gerektiğine ve kararların anlaşılabilir ve sorgulanabilir olmasının önemine dikkat çekilmektedir.[1047]

Hesap verebilirlik (*accountability*) ilkesi, GDPR ile hayat bulan ve KVKK'da da karşılık bulan temel prensiplerdendir. Buna göre veri sorumluları yalnızca kurallara uymakla kalmayıp uyumu belgelemek ve gösterilebilir kılmakla da yükümlüdürler.[1048] YZ teknolojilerinde hesap verebilirlik örneğin algoritmanın aldığı bir karara itiraz eden bireye makul bir açıklama sunabilmeyi veya bir veri ihlali durumunda sorumluluk alıp durumu telafi etmeyi gerekli kılmaktadır. Zira modern YZ algoritmalarının, bilhassa derin öğrenme yöntemlerinin, karar alma mantığının insan gözüyle takip edilmesi güç, adeta bir "kara kutu" gibidir. YZ modellerinin çok sayıda parametreye dayalı karmaşık hesaplamalar yapması, özellikle bağlamsal olarak teknik ayrıntıların yoğun olduğu durumlarda, bu süreçlerin ortalama bir ilgili tarafından anlaşılabilir şekilde açıklanmasını zorlaştırmaktadır.[1049]

Bilgilendirilmiş onam konusunun YZ bağlamında bir diğer zorlu yanı, bireylerin (açık) rıza verdikleri hususları tam olarak kavrayabilmeleridir. Örneğin bir sosyal medya platformu, kullanıcının verilerini "iyileştirilmiş hizmet" amacıyla toplayıp işlediğini

---

[1045] GDPR Madde 4/11.
[1046] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1047] Servet Gül'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1048] GDPR Madde 5(2), *"The controller shall be responsible for, and be able to demonstrate compliance with, paragraph 1 ('accountability')."* -Veri sorumlusu hem kurallara uymalı hem de uyumu kanıtlayabilmelidir.
[1049] European Commission, White Paper on Artificial Intelligence – A European Approach to Excellence and Trust (19 Şubat 2020),https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

söyleyerek rıza alabilmekte fakat arka planda bu veri kapsamlı bir profil çıkarmak ve hatta üçüncü taraflara ileri analizler için satmak üzere kullanılabilmektedir. Bu nedenle, veri koruma düzenlemeleri açık ve anlaşılır aydınlatma metinleri ve kolay şekilde geri çekilebilir rıza mekanizmaları öngörmektedir. YZ uygulamalarında kişisel veri işleyenlerin, ilgili kişileri net biçimde bilgilendirmesi ve gerektiğinde onay alması hem yasal bir yükümlülük hem de etik bir gerekliliktir. Şeffaflık sadece yasal uyum için değil, aynı zamanda YZ teknolojilerine toplumun güven duyabilmesi için de elzemdir. TBMM Dijital Mecralar Komisyonundaki tartışmalarda da dijital platformların ve YZ teknolojilerinin şeffaflığı ve çok taraflı denetimi konusu gündeme gelmiştir.[1050] Örneğin AB Dijital Hizmetler Yasası DSA (*EU Digital Services Act*) büyük çevrimiçi platformlara algoritmalarının çalışma prensiplerini kullanıcı dostu bir biçimde açıklama yükümlülüğü getirmekte, içerik sıralama ve tavsiye sistemlerinin ana parametrelerini ve kullanıcıların bu parametreleri belirli ölçüde değiştirebilme seçeneklerini hizmet şartlarına dahil etmelerini zorunlu kılmaktadır.[1051] Bu şekilde kullanıcılar karşılaştıkları içeriklerin ve reklamların neye göre belirlendiği konusunda bilgi sahibi olabilecek, hatta tercihlerine göre etki edebileceklerdir.

3.2.1.3.1.3 Profilleme, Otomatik Karar Alma ve Ayrımcılık Riskleri

YZ'nin kişisel veriler bağlamında en çok tartışılan yönlerinden biri de profilleme ve bunun üzerinden bireyler hakkında otomatik kararlar alınmasıdır. Profilleme, GDPR m.4/4'te belirtildiği şekliyle bir kişinin belirli özelliklerini analiz veya tahmin etmek amacıyla kişisel verilerinin otomatik yollarla işlenmesidir. Bireylerin çevrimiçi davranışları, alışveriş geçmişleri, demografik verileri vb. kullanılarak profiller çıkarılması, bugün reklam hedeflemeden kredi skorlamaya, işe alımdan sigorta poliçesi belirlemeye kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.[1052] YZ algoritmaları, bu profiller üzerinden insanlar hakkında otomatik kararlar verebilmektedir. Ancak bu durum bireylerin haklarını olumsuz etkileyebilecek ciddi riskleri de barındırmaktadır. Örneğin sadece otomatik işlemlerle çalışan bir kredi değerlendirme sistemi, hatalı veya yanlı bir model nedeniyle aslında kredibilitesi yüksek bir başvuru sahibini reddedebilecek ya da bir işe alım yazılımı, cinsiyet veya etnik

[1050] Türkiye Büyük Millet Meclisi, *Dijital Mecralar Komisyonu Tutanak Dergisi*, 7'nci Toplantı, 17 Haziran 2021, Komisyon Başkanı Hüseyin Yayman'ın açıklamaları (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1051] Regulation (EU) 2022/2065 on a Single Market for Digital Services (Digital Services Act), EUR-Lex, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R2065

[1052] GDPR Madde 4(4), Article 29 WP *"Guidelines on Automated individual decision-making and Profiling for the purposes of Regulation 2016/679"* (WP251rev.01, 06 Şubat 2018) Bölüm II.A: Profil oluşturmanın yaygın kullanıldığı alanlar olarak reklam hedefleme, kredi puanlaması, işe alım ön elemesi, sigorta tarife belirleme örnekleri verilmiştir. https://ec.europa.eu/newsroom/article29/items/612053/en

köken gibi dolaylı verilere dayanarak ayrımcı sonuçlar üretebilecektir.[1053]

GDPR bireylere, sırf otomatik işlemeyle (profil çıkarma dahil) kendilerini önemli ölçüde etkileyen kararlara tabi tutulmama hakkı tanımıştır. GDPR m. 22 uyarınca, veri özneleri/ilgili kişiler kendileri hakkında yalnızca otomatik işleme dayanan ve hukuki sonuç doğuran veya benzer biçimde önemli etkileri olan kararlara tabi olmama hakkına sahiptir *(GDPR bu hakka bazı istisnalar tanımaktadır: Eğer böyle bir otomatik karar sözleşmenin kurulması veya ifası için gerekli ise, veri öznesinin/ilgili kişinin açık rızasına dayanıyorsa ya da ilgili ülke mevzuatında bu yönde açık yetki veren bir düzenleme varsa, o takdirde otomatik karar alma mümkün olabilecektir. Ancak bu durumlarda dahi kişisel verisi işlenen kişilerin görüşünü sunma, karara itiraz etme ve insan müdahalesi talep etme hakları bulunmaktadır.)* KVKK'da GDPR'daki m.22'ye birebir tekabül eden özel bir hüküm yoksa da KVKK m.11 kapsamında ilgili kişiler (kişisel verileri işlenen gerçek kişiler) kendileriyle ilgili olumsuz sonuç doğuran işlemlere itiraz etme hakkına sahiptir. Ayrıca KVKK'nın genel ilkeleri ve dürüstlük kuralı, otomatik kararların ayrımcılık doğuracak şekilde kullanılmasını yasaklayan genel bir çerçeve ortaya koymaktadır. Nitekim Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından yayınlanan Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler metninde; YZ temelli karar alma mekanizmalarının kişi ve toplum üzerindeki etkilerine dikkat çekilmiş, kişilerin karar alma sürecinde bağımsız hareket edebilmelerini sağlayacak her türlü önlemin alınması gerektiğinin altı çizilmiştir.[1054] Ayrıca YZ teknolojilerinin önyargılı veriyle eğitilmesi sonucu ayrımcılığa yol açabilme riski de vurgulanmıştır.[1055] Dolayısıyla bu tavsiyeler YZ destekli kararların insan onurunu zedelememesi, ayrımcılık yapmaması ve bireylerin hak ve özgürlüklerini ihlâl etmemesi için gerekli tedbirlerin önceden düşünülmesi anlamına gelmektedir.

Aşağıda daha detaylı yer verildiği üzere profilleme ve otomatik karar alma süreçleri aynı zamanda ciddi ayrımcılık (bias) riskleri taşımaktadır. YZ teknolojileri, geçmiş verilerde var olan önyargıları öğrenip yeniden üretebilecektir. Örneğin geçmişte daha az kadın çalışanın

---

[1053] New York Eyaleti Finansal Hizmetler Dairesi (New York State Department of Financial Services /NYS DFS) soruşturma raporu, *"Tweets alleged that the Apple Card algorithm offered a credit limit 20 times higher to a male applicant than to his wife, raising concerns of sex discrimination and the opacity of the algorithm."*, https://www.dfs.ny.gov/system/files/documents/2021/03/rpt_202103_apple_card_investigation.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025). Reuters, *Insight – Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women* (11 Ekim 2018),https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1054] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler, s.11; Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1055] Rıdvan Kahveci'nin 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

terfi aldığı bir şirkette, bu veriye dayanarak eğitilen bir terfi tahmin modeli kadın adaylara sistematik olarak düşük puan verebilecektir. Belirtilmelidir ki GDPR ırk, etnik köken, cinsiyet gibi korunan özelliklere dayalı ayrımcılığı dolaylı biçimde yasaklayan hükümler de içermektedir (örneğin profilleme sonucunda özel nitelikli verilerin izinsiz işlenmesi yasaktır ve ayrımcılığa yol açabilecek işlemler hukuka aykırılık teşkil edecektir) (GDPR Madde 9/1).

3.2.1.3.1.4 Veri Güvenliğine İlişkin Riskler ve Veri Yerelleştirme

Kişisel verilerin korunması bakımından YZ'nin getirdiği risklerden biri de veri yerelleştirme ve sınır ötesi veri aktarımı meselesidir. YZ teknolojileri genellikle bulut ortamlarındaki veri akışlarıyla çalışmaktadır. Bunun sonucunda kişisel verilerin farklı ülkelere aktarılması halinde ilgili kişilerin haklarının nasıl korunacağı sorunu gündeme gelmektedir. Veri yerelleştirme ise bazı ülkelerde yasal bir zorunluluk halini almıştır. Örneğin Çin PIPL belirli büyük ölçekli kişisel veri işleyenlerin veya kritik sektörlerin verilerini yurt içinde tutmalarını şart koşmaktadır.[1056] Çin'de kişisel verilerin yurtdışına aktarımı için ya devletin siber güvenlik otoritesince gerçekleştirilen bir güvenlik değerlendirmesinden geçilmesi ya onaylı bir sertifikasyon sürecinin tamamlanması ya da devletin belirlediği standart sözleşmenin taraflarca imzalanması gibi koşullar aranmaktadır.[1057] Ancak bu tür düzenlemelerin YZ geliştiren şirketler üzerinde operasyonel zorluklar yaratabilmekte olduğu hususu ifade edilmelidir.

Veri yerelleştirmenin kişisel veri güvenliğiyle de ilişkisi bulunmaktadır. Özellikle kritik altyapılarda verinin yurtdışına çıkmasının önlenmesi ve yerel veri merkezlerinin kurulması gerektiği önerilmiştir.[1058] Verilerin yerel sunucularda tutulması, en azından o ülkenin hukuku kapsamında denetime tabi olacağı ve yabancı yetkisiz erişimlere karşı korumalı olacağı varsayımına dayanmaktadır. Öte yandan veriyi coğrafi olarak sınırlandırmanın tek başına tam koruma sağlamayacağı da açıktır. Esas olan, verinin nerede olduğundan bağımsız olarak güvenlik önlemlerinin üst düzeyde uygulanmasıdır. YZ teknolojileri büyük miktarda kişisel veri barındırdığından, bu sistemlerin siber saldırılara karşı korunması kritik önem taşımaktadır. Yüksek riskli YZ sistemleri için AB Yapay Zekâ Yasası,

[1056] Çin Halk Cumhuriyeti, Personal Information Protection Law (PIPL), Madde 40 Veri Yerelleştirme "Kritik bilgi altyapısı işletmecileri ile kişisel bilgileri, Devlet Siber Uzay İdaresi'nce belirlenen eşiğin üzerinde işleyen kişisel bilgi işleyicileri; Çin Halk Cumhuriyeti sınırları içinde topladıkları veya ürettikleri kişisel bilgileri yurt içinde depolamakla yükümlüdür." İngilizce çeviri, Stanford Digichina, https://digichina.stanford.edu/work/translation-personal-information-protection-law-of-the-peoples-republic-of-china-effective-nov-1-2021/ (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1057] Çin Halk Cumhuriyeti, Personal Information Protection Law (PIPL), Madde 38 Kişisel Bilgilerin Sınır Ötesi Sağlanmasına İlişkin Kurallar.

[1058] Rıdvan Kahveci'nin 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

siber güvenlik ve dayanıklılık kriterlerini özel olarak zikretmekte ve bu sistemlerin "hatalara karşı yüksek düzeyde sağlamlık" ve "saldırılara karşı güvenlik" önlemleriyle donatılmasını öngörmektedir.[1059]

DSA kapsamında da büyük platformların (örn. milyonlarca kullanıcıya hizmet veren sosyal medya ağları gibi Çok Büyük Çevrimiçi Platformlar- VLOP) her yıl sistemik risk değerlendirmesi yapmaları ve bunu raporlamaları gerekmektedir.[1060] Bu sistemik riskler arasında; kişisel verilerin mahremiyetine yönelik riskler, seçim güvenliğine veya kamu güvenliğine yönelik olumsuz etkiler de sayılmaktadır. Ayrıca DSA, Avrupa Komisyonu'na bu platformların algoritmalarını ve veri işleme pratiklerini denetleme yetkisi vermekte gerekli görüldüğünde platformlardan algoritmalarının işleyişine dair ayrıntılı açıklamalar ve veri erişimi sağlamalarını talep edebilmektedir.

Netice itibarıyla YZ'nin kişisel verilerin korunması bakımından ortaya çıkardığı riskler ve bunlara karşı geliştirilen çözüm ve düzenlemeler incelendiğinde, karşımıza çok boyutlu bir tablo çıkmaktadır. Bir yandan veri minimizasyonu, anonimleştirme, diferansiyel mahremiyet, federe öğrenme gibi teknik önlemler; diğer yandan veri korumaya yönelik hukukî çerçeveler, YZ çağında özel hayatın gizliliğini ve bireylerin kişisel verileri üzerindeki kontrolünü korumayı hedeflemektedir.

3.2.1.3.2 Algoritmik Önyargı, Ayrımcılık ve Adaletsizlik

YZ teknolojilerinin meydana getirdiği risklerden bir diğer olan algoritmik önyargı ve taraflılık, bu teknolojilerin sağladığı toplumsal faydaların önünde bir engel olarak belirmekte yanlış veya ayrımcı kararlar insan haklarının korunması ve ayrımcılığın önlenmesi bağlamında endişelere yol açmaktadır. Nitekim hatalı veya önyargılı algoritmalar nedeniyle bazı bireylerin iş veya hizmet imkanlarından mahrum kaldığı gibi örnekler yaşanmış olup[1061] ve bu tür vakaların gelecekte daha sık görülebileceği kolaylıkla öngörülebilmektedir. YZ destekli otomatik karar alma mekanizmalarının cinsiyet, ırk veya benzeri temellere dayalı ayrımcılığa sebebiyet verme riski; mahremiyet ihlalleri ve hatalı kullanımlarla birleştiğinde düşünce özgürlüğü, adil yargılanma hakkı gibi temel hak ve özgürlükleri tehdit edebilecek

[1059] An official EU website, AI Act, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai#:~:text=discriminatory%20outcomes%20,of%20robustness%2C%20cybersecurity%20and%20accuracy (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1060] DSA Regulation (EU) 2022/2065, Madde 34(1) Yıllık sistemik risk değerlendirmesi; Madde 35 Risk azaltma yükümlülüğü, Madde 40(4)-(8) Komisyon ve yetkililere veri-algoritma erişimi. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R2065#page=81

[1061] Reuters, *Insight – Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women* (11 Ekim 2018), https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

boyuta ulaşmaktadır. Bu nedenle algoritmik önyargı ve adaletsizlik riskleri hem ulusal düzeyde hem de uluslararası arenada (AB düzenlemeleri, UNESCO ilkeleri vb.) ciddiyetle ele alınmaktadır. Algoritmaların şeffaflık eksikliği ve hesap verilebilirliğin zayıflığı, zarar doğuran durumlarda sorumlunun belirlenmesinde belirsizlik oluşturduğu ve bunun önemli etik ve hukuki riskler taşıdığı ifade edilmiştir.[1062]

3.2.1.3.2.1 Algoritmik Önyargının Kaynakları

Algoritmik önyargı, YZ'nin sistematik ve tekrarlanabilir hatalar sonucunda belirli gruplar aleyhine haksız veya ayrımcı sonuçlar üretmesidir. Bu durumun sebebi ise algoritmanın kötü niyetinden değil; eğitim verilerindeki önyargılar, modelin tasarımındaki varsayımlar veya geliştirme sürecindeki insan tercihleri gibi unsurlardan kaynaklanmaktadır.[1063] Önyargının kökenleri kabaca üç ana kategoride incelenebilecektir: (1) Veri Seti Önyargıları, (2) Algoritmik Tasarım Önyargıları ve (3) İnsani Faktörler. Bu bağlamda, YZ sistemlerinin eğitildiği verilerdeki önyargılar veya dışarıdan gelen "veri zehirlemesi" saldırılarının karar süreçlerini olumsuz etkileyebileceği ve sistemlerin önyargılı sonuçlar üretmesine neden olabileceği özellikle belirtilmektedir.[1064]

Veri seti önyargıları, modelin eğitildiği verilerin gerçek dünya nüfusunu veya kullanım bağlamını yeterli düzeyde temsil etmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun çoğu zaman tarihsel olarak var olan toplumsal önyargıların veri setlerine yansıması sonucunda ortaya çıkmakta olduğu ifade edilebilir. Geçmişteki ayrımcı uygulamaları içeren verilerle eğitilen bir YZ modeli, bu eşitsizlikleri öğrenmekte ve benzer ayrımcılığı yeniden üretmektedir. Öte yandan veri toplama süreçlerinde yaşanan tutarsızlıklar, farklı gruplar arasında ölçüm yanlılığına neden olabilmektedir.[1065] Bazı grupların veri setlerinde eksik temsil edilmesi durumunda ise temsil yanlılığı oluşmaktadır.[1066] Ayrıca veri etiketleme aşamasında yapılan sübjektif değerlendirmeler de algoritmanın önyargılı sonuçlar üretmesine yol açabilmektedir.

Algoritmik tasarım önyargıları ise modelin öğrenme sürecinde kullanılan hedef

---

[1062] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1063] OECD, *Algorithmic Bias: The State of the Situation and Policy Recommendations* (OECD Digital Education Outlook 2023), https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en/full-report/algorithmic-bias-the-state-of-the-situation-and-policy-recommendations_a0b7cec1.html (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1064] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1065] OECD, *Algorithmic Bias: The State of the Situation and Policy Recommendations* (OECD Digital Education Outlook 2023).

[1066] Ayrıntılı bir çalışma için bkz. Suresh, Harini; Guttag, John, *A Framework for Understanding Sources of Harm throughout the Machine Learning Life Cycle* (EAAMO '21, 5-9 Ekim 2021), s. 4-5, 9, https://dl.acm.org/doi/10.1145/3465416.3483305 (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

fonksiyonlar ve varsayımlardan ileri gelmektedir. Örneğin bir algoritmanın yalnızca genel doğruluğu maksimize etmeye odaklanması durumunda, bu hedefe azınlık grupları üzerindeki performansı düşürme pahasına ulaşılabilmektedir. Bu durum belirli demografik grupların sistematik olarak dezavantajlı konuma düşmesine sebebiyet verebilmektedir. Aynı şekilde modelin herkes için geçerli olmayan kabullerle tasarlanması veya uygun olmayan optimizasyon metriklerinin kullanılması da algoritmik önyargının yapısal bir niteliğe dönüşmesine neden olabilmektedir.

Bununla birlikte insan faktörleri de algoritmik önyargının temel kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir. YZ sistemlerini geliştiren kişi veya ekiplerin bilinçli ya da bilinçdışı önyargıları, sistem tasarımına doğrudan yansıyabilmektedir.[1067] Hangi verilerin toplanacağına, hangi değişkenlerin modele dâhil edileceğine veya hangi örneklerin eğitim verisinde yer alacağına dair alınan kararlar, farkında olunmaksızın ayrımcı sonuçlar üreten algoritmalara neden olabilmektedir. Bu bağlamda algoritmik önyargının, YZ teknolojilerinin kaçınılmaz bir özelliği olmadığı; aksine toplumsal önyargıların ve teknik süreçlerdeki tercihlerden kaynaklanan sistematik yansımaların bir sonucu olduğu değerlendirilmektedir.

3.2.1.3.2.2 Temsil ve Ölçüm Önyargısı

Temsil önyargısı *(representation bias)* ve ölçüm önyargısı *(measurement bias)*, veri kaynaklı önyargı türlerinin en temel ve belirleyici iki biçimini oluşturmaktadır.[1068] Temsil önyargısı, eğitim verisinin belirli alt grupları yeterli düzeyde kapsamaması ya da bazı grupları orantısız şekilde aşırı temsil etmesi sonucunda meydana gelmektedir. Veri setleri içinde demografik gruplar arasında gözlenen bu tür dengesizlikler, modelin çoğunluk grubunun özelliklerine uyum sağlarken, azınlık gruplarının özgül niteliklerini yeterince dikkate almamasına yol açmaktadır. Bu husus algoritmanın az temsil edilen gruplar üzerinde sistematik ve öngörülebilir hatalar üretmesine sebebiyet vermektedir. Örneğin yüz tanıma teknolojilerinde açık ten rengine sahip bireylerin verilerde ağırlıklı şekilde temsil edilmesi hâlinde koyu ten rengine sahip bireylerin doğru biçimde tanınamaması ve bu gruplara karşı ayrımcı sonuçların ortaya çıkması muhtemel hâle gelmektedir. Nitekim örneklerde görüldüğü üzere beyaz olmayan kadınlar gibi bazı grupların düşük oranda temsil edilmesi, model çıktılarında bu gruplar aleyhine yanlış sınıflandırmaların meydana gelmesine neden

[1067] NIST, *Special Publication 1270 – Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence* (2022), s. 9; 22-23; 24-25; 45, https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1270.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1068] Suresh, Harini; Guttag, John, *A Framework for Understanding Sources of Harm throughout the Machine Learning Life Cycle* (EAAMO '21, 5-9 Ekim 2021), s. 4-5.

olabilmektedir.[1069]

Ölçüm önyargısı ise verilerin toplanması veya ölçülmesi sürecinde gözlenen tutarsızlıklardan kaynaklanmaktadır. Farklı gruplardan elde edilen verilerin sistematik olarak farklı yöntemlerle işlenmesi ya da kayıt altına alınması, belirli gruplar hakkında hatalı veya eksik bilgiye dayalı modellerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Örneğin polis kayıtlarının ağırlıklı olarak belirli semtlerde tutulması, suç istatistiklerinde bu bölgelerde yaşayan bireylerin daha yüksek oranda riskli olarak etiketlenmesine sebep olmakta ve algoritmanın tahminlerinde ciddi bir yanlılık üretmektedir.[1070] Uluslararası düzeyde yayımlanan raporlarda ölçüm önyargısı kavramı genellikle *"eğitim verilerinde az örneklemlenen grupların daha düşük performanslı tahminler alması durumunda ortaya çıkan önyargı"* şeklinde tanımlanmakta ve veri seti yanlılığının kritik bir alt türü olarak değerlendirilmektedir.[1071]

Bunun yanı sıra tarihsel önyargıların veya ölçüm hatalarının modele yansıması, farklı demografik gruplar arasında eşit olmayan sonuçlar doğurabilmekte bu tür sapmalar ise modelin performansı üzerinde görünmez ancak etkili bozulmalara yol açmaktadır. Özellikle ölçüm önyargısının tespiti, çoğu zaman zorluk arz etmektedir. Zira bu tür sistematik hatalar, model değerlendirmeleri sırasında doğrudan fark edilememekte ve algoritmanın performansı yanlış biçimde yüksek değerlendirilmekte ya da adaletsizliğin etkisi göz ardı edilebilmektedir.[1072]

Sonuç itibarıyla temsil ve ölçüm önyargıları, YZ'nin toplumsal bağlamda adil, güvenilir ve kapsayıcı olma niteliğini zedeleyen başlıca faktörler arasında yer almaktadır. Adil makine öğrenmesi (*fair machine learning*) bakımından bu iki önyargı türünün tanımlanması, ölçülmesi ve giderilmesi öncelikli bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda YZ'nin geliştirilmesinde veri kalitesinin artırılması, demografik çeşitliliğin gözetilmesi ve ölçüm pratiklerinde bütüncül denetim mekanizmalarının tesis edilmesi büyük önem arz etmektedir.

3.2.1.3.2.3 Ayrımcı Veri Elde Etme Uygulamaları

Algoritmik önyargıya neden olan başlıca etkenlerden biri de ayrımcı nitelikteki veri

[1069] Ding, Frances et al., *Retiring Adult: New Datasets for Fair Machine Learning* (NeurIPS '21, 2021).
[1070] Lum, Kristian; Isaac, William, *To Predict and Serve?* Significance 13 (5): 14-19 (2016 Ekim) (Erişim Tarihi: 16.06.2025). UC Berkeley School of Information, How Artificial Intelligence Bias Affects Women and People of Color , 08.12.2021, https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/artificial-intelligence-bias/ (Erişim Tarihi: 25.10.2025).
[1071] OECD, *Algorithmic Bias: The State of the Situation and Policy Recommendations* (OECD Digital Education Outlook 2023).
[1072] NIST Special Publication 1270 - "Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence" (ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, 2022), s.24-25.

elde etme uygulamalarıdır. Eğer veriler başlangıçta taraflı, eşitsiz veya ayrımcı biçimde toplanmışsa, teknik olarak son derece gelişmiş olan algoritmalar dahi bu yapısal önyargıları yansıtmakta ve zamanla daha da pekiştirmektedir.[1073] Bu durum ise algoritmanın performansından bağımsız olarak, verinin doğasından kaynaklanan adaletsizliklerin model çıktılarına sistematik biçimde taşınmasıyla sonuçlanmaktadır. Örneğin yalnızca belirli bir cinsiyete mensup kişilerin başarılı bulunduğu geçmiş kayıtlarla eğitilen bir işe alım algoritması, gelecekte de benzer örüntüleri devam ettirerek bu cinsiyetten adaylara öncelik tanımakta ve diğer cinsiyete mensup bireyleri dezavantajlı konuma düşürmektedir. Benzer biçimde, kolluk kuvvetlerinin uzun yıllar boyunca belirli etnik grupların yoğun olarak yaşadığı bölgelerde daha sık denetim yapması yoluyla elde edilen veriler, suç tahmin sistemlerinin bu grupları sistematik olarak yüksek risk kategorisinde sınıflandırmasına sebebiyet vermektedir.

Bu tür ayrımcı veri toplama pratikleri, ölçüm önyargısı ile doğrudan bağlantılı olarak değerlendirilmektedir. Zira verinin hangi koşullarda ve kimlerden toplandığına ilişkin tercihler, nihayetinde model çıktılarında gözlemlenen önyargıların temel kaynağı hâline gelmektedir. Bu bağlamda, YZ teknolojileri çoğu zaman toplumsal önyargıların bir tür yansıması olarak işlev görmekte objektiflik iddiasına rağmen, mevcut eşitsizlikleri yeniden üretmekte ya da derinleştirmektedir.

Nitekim verinin doğasında bulunan tarihsel, sosyolojik veya ölçümsel yanlılıklar, demografik gruplar arasında sistematik eşitsizliklere yol açmakta ve tahmine dayalı modellerin kararlarını çarpıtarak adil olmayan uygulamalara sebebiyet verebilmektedir. Bu durumun özellikle çocuklar gibi savunmasız gruplar açısından ciddi riskler taşıdığı, çocukların dijital ortamda oluşturulan profilleri nedeniyle gelecekte ayrımcılığa ve fırsat eşitsizliğine uğrayabileceği dile getirilmektedir.[1074] Bu durum YZ'nin yalnızca mevcut ayrımcılığı sürdürmesine değil, yeni türde adaletsizlikleri yaratmasına da zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla adil ve güvenilir YZ teknolojilerinin geliştirilmesi için veri elde etme süreçlerinin ilk aşamasında çeşitli önlemlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda veri setlerinde demografik çeşitliliğin gözetilmesi, ayrımcı örnekleme yöntemlerinden kaçınılması ve toplanan verilerin içerdiği ön yargılardan teknik ve etik

[1073] Önyargılı polislik verileriyle ilgili bkz. Richardson, Rashida; Schultz, Jason M.; Crawford, Kate, *Dirty Data, Bad Predictions: How Civil Rights Violations Impact Police Data, Predictive Policing Systems, and Justice* (NYU Law Review Online Feature, 2019), https://nyulawreview.org/online-features/dirty-data-bad-predictions-how-civil-rights-violations-impact-police-data-predictive-policing-systems-and-justice/ (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1074] Melike Tanberk'in 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

yollarla arındırılması, adaletin sağlanması bakımından temel gereklilikler arasında yer almaktadır.

3.2.1.3.2.4 Model Tasarımı ve Eğitim Sürecinde Adaletsizlik

YZ modellerinin tasarımı ve eğitimi süreçlerinde alınan kararlar, çoğu zaman sistematik adaletsizliklere yol açmaktadır. Model geliştirme ekiplerinin hangi hedefleri optimize ettiğine, hangi özelliklerin modele dâhil edildiğine veya modelin hangi kriterlere göre değerlendirildiğine ilişkin tercihleri, farkında olmaksızın ayrımcı sonuçlara neden olabilmektedir.[1075] Algoritmik önyargı, çoğunlukla modelin optimize etmeyi hedeflediği performans ölçütlerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin yalnızca genel doğruluk oranını artırmayı amaçlayan bir model, bu doğruluğa ulaşabilmek için çoğunluk grubundaki tahmin performansını maksimize ederken, azınlık gruplarına ilişkin hataları göz ardı edebilmektedir. Böylelikle belirli gruplar sistematik olarak daha düşük performansa maruz kalmaktadır.

Bunun yanı sıra model mimarisine dahil kabul edilen bazı varsayımlar ve kısıtlamalar da her birey ya da grup için geçerli olmayabilmektedir. Örneğin bir kredi risk değerlendirme modelinin, tüm başvuru sahiplerinin benzer finansal davranış kalıplarına sahip olduğunu varsayması hâlinde, farklı sosyo-ekonomik geçmişe sahip bireyler model tarafından yanlış değerlendirilmekte ve haksız biçimde düşük risk puanları alabilmektedir.[1076] Bu tür durumlarda insan faktörü de belirleyici bir rol oynamaktadır. Geliştirici ya da veri bilimci kişilerin bilinçli veya bilinçdışı önyargıları, modelin parametre seçimlerine, eğitim verilerinin kapsamına ya da değerlendirme sonuçlarına doğrudan yansıyabilmektedir. Örneğin eğitim verisi içinde yer alan ve "önyargılı" olduğu varsayılan uç verileri temizlemeye karar veren bir geliştirme ekibi, farkında olmadan dezavantajlı gruplara ait önemli örnekleri de veri setinden çıkartabilmektedir.[1077] Benzer şekilde modelin çıktılarının doğruluğu değerlendirilirken, geliştiricilerin mevcut toplumsal yargılarına uygun sonuçların "doğru" olarak kabul edilmesi riski de bulunmaktadır.[1078] Tüm bu tasarım ve eğitim süreçlerinden kaynaklanan tercihlerin birleşimi, YZ sistemlerinin çıktılarına yansıyan dolaylı ayrımcılığı beraberinde getirmektedir. Ayrıca YZ modellerinin klinik validasyonlarının yeterli olmaması durumunda, özellikle sağlık gibi hassas alanlarda hatalı veya ayrımcı kararların hastaların hayatını doğrudan

[1075] NIST Special Publication 1270 – *Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence* (2022), s. 22-23, 45. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1270.pdf
[1076] Consumer Financial Protection Bureau (CFPB), *Fair Lending Report of the Consumer Financial Protection Bureau* (Haziran 2024), s. 5, 37, 38 (Erişim Tarihi: 16.06.2025).
[1077] a.g.e., s.38.
[1078] National Institute of Standards and Technology (NIST), *Special Publication 1270: Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence* (2022), s. 26 (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

etkileyebileceği ifade edilmiştir.[1079]

Ek olarak adil makine öğrenmesi literatüründe, model geliştirme sürecinde çeşitli önlemlerin alınması gerektiği de vurgulanmaktadır. Bunlar arasında modellerin belirli adalet kısıtları çerçevesinde eğitilmesi, farklı gruplar için eşit hata oranlarının gözetilmesi ve model geliştirme ekiplerinin demografik ve disipliner çeşitliliğe sahip olacak şekilde yapılandırılması yönündeki uygulamalar ön plana çıkmaktadır. Söz konusu önlemler, YZ uygulamalarının insan haklarına ve toplumsal adalet ilkesine uygun şekilde geliştirilmesi bakımından önemli katkılar sunmaktadır.

3.2.1.3.2.5 Otomatik Karar Alma Sistemlerindeki Etkiler

Algoritmik önyargının somut sonuçları, otomatik karar alma sistemlerinin kullanıldığı çeşitli alanlarda da kendini göstermektedir. İşe alım süreçlerinde kullanılmakta olan YZ araçlarının özgeçmiş elemesinde kadın veya azınlık adayları sistematik biçimde elemekte olduğu; kredi değerlendirme algoritmalarının benzer finansal durumda bulunan başvurucular arasında etnik kökene dayalı farklı kredi sonuçları üretmekte olduğu, ceza adaleti sistemlerinde suç tekrarlama riskini hesaplayan modellerin siyah sanıkları olduklarından daha riskli puanlamakta olduğu örnekleri gerçek hayatta yankı bulmaktadır.[1080] Bu örneklerin ortak paydasını, algoritmik önyargının mevcut toplumsal ayrımcılığı gizli bir biçimde yeniden üretmesi ve hatta pekiştirmesi oluşturmaktadır.

Hollanda'da yaşanmış olan çocuk yardım skandalı da algoritmik önyargının gerçek dünyadaki yıkıcı etkilerine çarpıcı bir örnek teşkil etmektedir.[1081] "Adil ve etkili" sonuçlar üretmesi beklenmekte olan otomatik bir destek sistemi, hatalı veri ve varsayımlar nedeniyle binlerce ebeveyni haksız yere sosyal yardım yolsuzluğu ile suçlu olarak işaretlemiş bulunmaktadır. Bu hata birçok ailenin maddi zorluklar yaşamasına ve sosyal itibarlarının zedelenmesine yol açmıştır. İfade edilmelidir ki bu sonuçlar, sistemde gömülü önyargıların bir

---

[1079] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1080] Pro Publica, Angwin J. et al., *Machine Bias – There's Software Used Across the Country to Predict Future Criminals. And It's Biased Against Blacks* (23 Mayıs 2016), https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1081] Hollanda'da 17 Aralık 2020 tarihli Parlamento Soruşturma Komisyonu raporu "Ongekend onrecht" ("Eşi Görülmemiş Haksızlık") ortaya koyduğu üzere, Vergi ve Gümrük Dairesi'nin milliyet gibi değişkenleri içeren risk profili algoritması yaklaşık 26.000 ebeveyni hileyle suçlayıp aldıkları çocuk bakım yardımlarını faiziyle geri ödemeye zorlamış, binlerce aileyi borç ve sosyal yıkıma sürüklemiş ve sonunda 15 Ocak 2021'de Başbakan Rutte'nin kabinesinin toplu istifasına yol açmıştır. Bkz. Council of Europe Portal, Netherlands - Report of the Childcare Allowance Parliamentary Inquiry Committee entitled "Unprecedented injustice" (Ongekend onrecht) 17 December 2020, https://www.coe.int/en/web/venice-commission/-/CDL-REF%282021%29073-e (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. YZ teknolojilerindeki bu tür önyargı kaynaklı hatalar, vatandaşları görünmez ve güçsüz bir muhatap karşısında savunmasız bırakmakta ve adalet duygusunu sarsmaktadır. Otomatik karar alma süreçlerinde algoritmik önyargının önlenmesi için bu süreçlerin insan tarafından denetlenmesinin zorunlu hale getirilmesi gerektiği önemle belirtilmektedir.[1082]

Önyargılı otomatik karar sistemlerinin etkileri yalnızca bireysel vakalarla sınırlı kalmamakta, toplumsal düzeyde de mevcut eşitsizliklerin sürdürülmesi veya derinleşmesi gibi sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin istihdamda yıllardır var olan cinsiyet eşitsizliği, önyargılı bir işe alım algoritması tarafından aynen devam ettirilebilmekte veya eğitimdeki fırsat uçurumu, öğrenci değerlendirme algoritmalarıyla yeni bir boyuta taşınabilmektedir. Bu nedenle otomatik karar alma süreçlerinde algoritmik önyargının tespit edilmesi ve giderilmesi hayati önem arz etmektedir. Birçok ülke ve kurum, bu etkilere karşı şimdiden adımlar atmakta yüksek riskli alanlarda YZ kullanımını sıkı denetim ve insan onayı şartına bağlamayı tartışmaktadır.

3.2.1.3.2.6 Algoritmik Şeffaflık Eksikliği

YZ uygulamalarının adil ve hesap verebilir olmasının önündeki bir diğer engeli algoritmik şeffaflık eksikliği oluşturmaktadır. Modern makine öğrenmesi modelleri, özellikle derin öğrenme ağları, son derece karmaşık yapılara sahip olmakta ve "kara kutu" olarak nitelendirilmektedir. Bir modelin iç mantığının anlaşılamaması, önyargılı davranıp davranmadığının tespit edilmesini de güçleştirmektedir. Bu nedenle YZ algoritmalarının şeffaf ve açıklanabilir olması, etik ilkeler arasında genel kabul görmüş bir gereklilik halini almaktadır.[1083] Şeffaflık sayesinde bir karar mekanizmasının hangi veriye dayanarak nasıl bir sonuca ulaştığı izlenebilmekte ve eğer sistem çıktıları belirli bir gruba sistematik dezavantaj yaratmakta ise bunun sebebi ortaya çıkarılabilmektedir.

Şeffaflığın yokluğu yalnızca önyargının tespitini zorlaştırmakla kalmamakta aynı zamanda hesap verebilirlik sorununu da beraberinde getirmektedir. Bir YZ sistemi hatalı veya ayrımcı bir karar verdiğinde, sorumluluğun kimde olduğu belirsizleşebilmektedir. AB'nin YZ etik kılavuzunda vurgulanmakta olduğu üzere, şeffaf olmayanYZ sistemlerinde ortaya çıkan zararların kime atfedileceği önemli bir problem teşkil etmektedir. Bu sorunun aşılabilmesi için hem yasal düzenlemeler düzeyinde (örneğin, açıklanabilirlik hakkı tartışmaları) hem de teknik düzeyde (örneğin, açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri) çözümler geliştirilmeye

[1082] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1083] European Commission, *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* (8 Nisan 2019), (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

çalışılmaktadır. Özellikle yüksek etkili kararların söz konusu olduğu kamu süreçlerinde (yargı, sağlık, kredi vb.), algoritmik şeffaflık ve denetlenebilirlik şartının sağlanması, adalet ve güven ilkeleri açısından zorunlu görülmektedir. Nitekim Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK sunumunda algoritmaların aldığı kararların gerekçesinin şeffaf ve denetlenebilir olması gerektiği vurgulanmıştır.[1084] Ayrıca "kara kutu" problemi ile mücadele için açıklanabilir, denetlenebilir ve güvenilir YZ modellerinin geliştirilmesinin teşvik edilmesi gerektiği de ifade edilmektedir.[1085]

YZ doğru yönetilmediği takdirde, mevcut toplumsal önyargıları gizlice güçlendirebilen veya yeni sistematik haksızlıklar yaratabilen araçlar haline gelebilmektedir. Bu risklerin farkına varılmasıyla birlikte hem ulusal mecralarda hem de uluslararası platformlarda YZ etiği ve düzenlemesi gündemin üst sıralarına yerleşmiştir. Gelinen noktada; algoritmik şeffaflık, hesap verebilirlik, katılımcı denetim ve adil veri uygulamaları konularında somut adımlar atılması gerektiği açıktır. YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca -*veri toplama, modelleme, değerlendirme ve dağıtım aşamalarında*- adaleti sağlamaya yönelik standartlar uygulanmalıdır. Önyargılardan arındırılmış, çeşitlilik gözeten veri setleri oluşturmak, model eğitiminde adalet metriklerini dikkate almak, karar süreçlerini açıklanabilir kılmak ve çıktılarını sürekli izlemek, bu standartların temel unsurlarındandır. Ayrıca YZ kaynaklı zararlar karşısında hukuki sorumluluk mekanizmalarının netleştirilmesi ve etkilenen bireylerin *etkin itiraz hakları* olması sağlanmalıdır. YZ'nin sunduğu fırsatları değerlendirirken, hiçbir bireyin veya grubun bu teknolojiler yüzünden haksız muamele görmemesini güvence altına almak, dijital çağın en önemli sorumluluklarındandır.

3.2.1.3.3 Sorumluluk ve Hesap Verebilirlik Sorunları

OECD'ye göre YZ teknolojileri gelişim hızlarıyla insanlık için çok sayıda sorunu tetiklemektedir. Önyargı ve ayrımcılıktan tüketicilerin manipülasyonuna, mahremiyetin ihlalinden yaygın gözetleme uygulamalarına kadar pek çok risk bahis konusu edilmektedir.[1086] Geliştirici ve uygulayıcı kuruluşlar, bu riskleri yönetmek ve uluslararası insan hakları standartlarına uygun hareket etmekle yükümlüdür. Bu kapsamda OECD Risk ve Hesap Verebilirlik Uzman Grubu, YZ uygulamalarının yaşam döngüsü boyunca risk yönetimi

[1084] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1085] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1086] OECD.AI, *AI Risk & Accountability* portal sayfası, https://oecd.ai/en/site/risk-accountability (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

yaklaşımlarını uyumlu hale getirmeyi ve YZ kullanımına bağlı zararlara karşı hesap verebilirliği teşvik etmeyi hedeflemektedir.[1087] Bu bağlamda YZ'nin özerkliğinin artmasıyla birlikte kararların sorumluluğunun belirsizleştiği ve zarar verici sonuçların ortaya çıkması durumunda hukuki sorumluluğun net biçimde düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir.[1088]

3.2.1.3.3.1 Karar Alma Süreçlerinde Şeffaflık Eksikliği

İfade edildiği üzere YZ uygulamalarının karmaşık yapısı ve büyük veri kullanımı nedeniyle, bu uygulamaların karar verme süreçleri genellikle "kara kutu" olarak nitelendirilmektedir. Birleşmiş Milletler İnsan Hakları Yüksek Komiserliği'nin 15 Eylül 2021 tarihli Dijital Çağda Gizlilik Hakkı (*The Right to Privacy in the Digital Age*) Raporunda karar alma süreçlerindeki şeffaflık eksikliği şöyle tanımlanır: *"Birçok YZ sisteminin karar alma süreçleri opaktır. YZ sistemlerinin geliştirilmesi ve işletilmesinin temelini oluşturan veri ortamının, algoritmaların ve modellerin karmaşıklığı ile devlet ve özel aktörlerin kasıtlı gizlilik çabaları, kamuoyunun bu teknolojilerin insan hakları ve toplum üzerindeki etkilerini anlamasına yönelik anlamlı imkânları zayıflatmaktadır. Makine öğrenmesi sistemleri açıklık eksikliğine önemli bir unsur ekler; bu sistemler, açıklanması güç ya da imkânsız olabilecek kalıplar tespit edip öneriler geliştirebilir. Bu durum çoğu zaman <kara kutu> problemi olarak anılır[1089]".*

Bu eksikliğin giderilmesi için uluslararası ilkeler şeffaflık ve açıklanabilirlik üzerinde durmaktadır. Ayrıca YZ sistemlerinin kararlarının arkasındaki mantığın izlenebilir ve anlaşılabilir olması gerektiği, böylece hatalı kararların tespit edilerek sorumluların net biçimde belirlenebileceği ifade edilmektedir.[1090] OECD Yapay Zekâ İlkeleri'ne göre YZ aktörleri, sistemlerinin işleyişine ilişkin yeterli bilgiyi sağlamalı, verilerin kaynakları, işlem süreçleri ve üretilen sonuçların mantığı gerektiğinde anlaşılır biçimde açıklanmalıdır.[1091] Böylece YZ ile etkileşimde bulunan kişiler, sistemin kabiliyetlerini ve sınırlılıklarını anlayabilecek ve çıkan sonuçlara itiraz edebilecek bilgiye kavuşacaktır.

[1087] a.g.e.

[1088] Prof. Dr. Ahmet Ulvi Türkbağ'ın 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1089] United Nations General Assembly, Human Rights Council, *Forty-Eighth Session Report – The Right to Privacy in the Digital Age* (13 Eylül–1 Ekim 2021), s. 6, https://www.ohchr.org/en/calls-for-input/2021/right-privacy-digital-age-report-2021 (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1090] Servet Gül'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1091] OECD, AI Principles, https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html#:~:text=AI%20Actors%20should%20commit%20to,with%20the%20state%20of%20art (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

3.2.1.3.3.2 Hukuki Sorumluluk Zincirinin Belirsizliği

Bununla birlikte YZ teknolojilerinin çok aktörlü doğası, hukuki sorumluluk zincirini belirsizleştirmektedir. Bir YZ uygulamasında geliştirme, eğitim veri setinin hazırlanması, model oluşturma, sistemi dağıtma ve son kullanıcıda uygulama gibi aşamalar birden fazla tarafı içermektedir. Bu sürecin neresinde hata meydana gelirse, hangi aktörün hukuki sorumluluğu üstleneceği net değildir.

OECD'nin "Yapay Zekâda Hesap Verebilirliğin Geliştirilmesi" *(Advancing Accountability in AI)* raporu; hukuki sorumluluk zincirini netleştirmek amacıyla geliştirici-sağlayıcı, dağıtıcı-uygulayıcı, son kullanıcı ve etkilediği paydaşlardan oluşan bütünsel bir "YZ hesap verebilirlik ekosistemi" önermektedir. İlk olarak rapor "Kimden geliyor?", "Kim tarafından?", "Kimin için?" ve "Kime karşı?" sorularını esas alarak her halkanın rolüne ve müdahale kapasitesine göre bağımsız ama tamamlayıcı yükümlülükler üstlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır[1092]. Böylelikle geliştiriciler model mimarisi, veri seti ve parametreleri üzerinde sahip oldukları ayrıcalıklı bilgiye dayanarak önleme-temelli tedbirler almakla yükümlü olurken, dağıtıcı-uygulayıcılar sistemin hangi bağlamda devreye girdiği ve ortaya çıkan etkiler üzerinde doğrudan kontrol sahibi oldukları için sonuç-odaklı sorumluluk paylaşımına dâhil edilecektir. Bu noktada YZ uygulamalarının sorumluluk çerçevesinin yasal olarak belirlenmesi, zarar verici kararların sorumluluğunun kimde olduğunun açıkça tanımlanması gerektiği vurgulanmaktadır.[1093]

3.2.1.3.3.3 Otomatik Sistem Hataları ve Güvenlik

YZ teknolojilerinin öngörülemeyen teknik hataları da yeni sorumluluk meseleleri doğurmaktadır. Örneğin insansız araçlar, medikal teşhis sistemleri veya kritik altyapı yönetimi gibi uygulamalarda bir hata, doğrudan insan yaşamını tehlikeye atabilecektir. Bu nedenle güvenlik ve sağlamlık oldukça kritik bir öneme sahiptir. Özellikle sağlık alanında YZ' nin hatalı kararlarının ciddi sonuçlar yaratabileceği ve klinik validasyon zorunluluğunun şart koşulması gerektiği ifade edilmiştir.[1094] Ayrıca otomatik karar süreçlerinin tamamında insan denetiminin zorunlu olması gerektiği ve hatalı sistemlerin geniş çaplı zararlara yol

[1092] OECD DIGITAL ECONOMY PAPERS, Advancing Accountability In AI Governing And Managing Risks Throughout The Lifecycle For Trustworthy AI, February 2023 No. 349, s.23. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/02/advancing-accountability-in-ai_753bf8c8/2448f04b-en.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1093] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

[1094] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

açmadan tespit edilip müdahale edilmesi gerektiği de belirtilmektedir.[1095] OECD'nin şeffaflık ilkesini takiben, YZ'nin tüm yaşam döngüsü boyunca "sağlam, güvenli ve emniyetli" çalışması gerektiği vurgulanmaktadır.[1096] Aksi halde normal veya öngörülebilir olmayan koşullarda sistem arızaları makul olmayan riskler doğurabilecektir. Nitekim AB YZT de yüksek riskli sistemlerde hem sağlayıcıyı (*provider*) hem de uygulayıcıyı (*deployer*) piyasaya sürdükleri ürünü kullanım ömrü boyunca izlemek ve ciddi olayları bildirmekle yükümlü kılmaktadır. Madde 72 uyarınca sağlayıcılar, "aktif ve sistematik" veri toplayan bir piyasa-sonrası izleme sistemi kurmak ve bunu teknik dosyalarına eklenmiş ayrıntılı bir izleme planı ile belgelemek zorundadır. Tüzük, yüksek riskli YZ ürünlerinde izlenebilir-paylaşımlı sorumluluk zinciri oluşturarak hem teknik gözetim (*post-market monitoring*) hem de hukuki denetim (*serious-incident reporting*) hatlarını net biçimde tanımlamaktadır. Bu tür yaklaşımlar, otomatik sistem hatalarının geniş çaplı toplumsal zararlar doğurmadan önce tespit edilip müdahale edilmesini amaçlamaktadır.

3.2.1.3.4 Şeffaflık ve Açıklanabilirlik Riskleri

YZ uygulamalarının karar alma süreçlerinin şeffaf olması, bu sistemlerin nasıl çalıştığını, hangi verileri kullandığını ve nasıl sonuç ürettiğini görebilmeyi sağlamaktadır. Şeffaflık (*transparency*), bir YZ'nin hangi verileri kullandığı, bu verilerin model içinde nasıl işlendiği ve hangi algoritmik mantıkla sonuca varıldığına dair "anlamlı bilgiyi" kamuya veya ilgili kullanıcılara sunarak denetlenebilir hâle gelmesini ifade etmektedir. OECD'nin Yapay Zekâ İlkeleri, paydaşların "veri kaynakları, süreçler ve/veya çıkarım mantığı" hakkında bağlama uygun, kolay anlaşılır bilgiler alabilmesini şeffaflığın özü olarak tanımlamıştır.[1097] Açıklanabilirlik (*explainability*) ise şeffaflığın bir adım ötesine geçerek, üretilen kararın *niçin* ve *nasıl* verildiğinin insan aktörlerce anlaşılır biçimde ortaya konulmasını yani karar gerekçelerinin sorgulanabilir-analiz edilebilir olmasını gerektirmektedir. AB Bağımsız Yüksek Düzey Uzman Grubu'nun (*High Level Expert Group/HLEG*) "Güvenilir Yapay Zekâ" etik kılavuzu şeffaflık eksikliğini, "kara kutu" diye nitelenen modellerin veri kaynaklarını, etki eden faktörleri ve çıkarım mantığını gizlemesi nedeniyle kullanıcıların kararı

[1095] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1096] OECD, AI Principles, https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html#:~:text=AI%20Actors%20should%20commit%20to,with%20the%20state%20of%20art (Erişim Tarihi: 16.06.2025).
[1097] OECD, AI Principles, https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

sorgulamasını engelleyen temel bir risk olarak tanımlamaktadır.[1098] OECD'nin "Yapay Zekâda Hesap Verebilirliğin Geliştirilmesi" raporu ise bu opaklığın ekosistemdeki tüm paydaşlar için iki sonuç doğurduğunu vurgulamaktadır: (i) etkilenen bireyler kararın gerekçesini anlayamadığı için sonuçlara itiraz edemez; (ii) geliştiriciler ve denetçiler hatayı tespit edemediği için modelde ayıklama yapamaz ve sorunu hızla gideremez.[1099] Bu ikili risk durumu ise hem hesap verebilirlik mekanizmalarını işlevsizleştirmekte hem de hatalı ya da önyargılı çıktılara maruz kalan grupların hukuki ve sosyal düzeyde korunmasını zorlaştırmaktadır. Şeffaflık ve açıklanabilirlik açığının makro etkilerinin, güven erozyonundan performans-güvenlik ikilemine kadar uzandığı belirtilmelidir.

Bu iki kavram; başta adalet, güvenlik, sağlık ve kamu hizmetleri olmak üzere tüm yüksek riskli sektörler için "güvenli ve insan odaklı" YZ kullanımının temelini oluşturmaktadır. Şeffaflık, kararların dayandığı veri ve mantığın açık biçimde sunulmasıyla, açıklanabilirlik ise sistemin çıktılarına ilişkin neden-sonuç ilişkilerinin anlaşılabilir dille izah edilmesiyle sağlanmaktadır. Etkin şeffaflık ve açıklanabilirlik, kullanıcıların YZ kararlarını kavrayabilmesine ve gerektiğinde bu kararlara itiraz edebilmesine imkân tanıyacaktır. Bu bağlamda OECD Yapay Zekâ İlkeleri çerçevesinde YZ aktörlerine *"şeffaflığa taahhüt etmeleri, YZ sistemlerinin veri kaynakları, süreçleri ve mantığı hakkında anlamlı bilgi sağlamaları"* yükümlülüğü getirilmiştir. Ayrıca YZ'nin karar süreçlerinin şeffaf olmamasının ciddi güven problemleri doğurduğu özellikle sağlık gibi kritik alanlarda açıklanabilir YZ modellerinin teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.[1100]

3.2.1.3.4.1 Toplumsal Güven ve Meşruiyet Kaybı Riski

Şeffaflık ve açıklanabilirlik eksikliği, toplumsal güvenin erozyonuna ve YZ tabanlı kararların meşruiyetinin sorgulanmasına yol açmaktadır. OECD'nin 2021 tarihli raporu *(State of Implementation of the OECD AI Principles: Insights from National AI Policies)* algoritmik süreçlerin "kara kutu" niteliğinin yurttaşların karar süreçlerine katılımını ve kamusal denetimi ciddi biçimde zayıflattığını ifade etmektedir. Kamu alımlarına ilişkin bölümde, idarelerin "kara kutu algoritmalardan ve tedarikçiye bağımlılıktan kaçınması" gerektiği, çünkü kapalı

[1098] Independent High-Level Expert Group On Artificial Intelligence Set Up By The European Commission, Ethics Guidelines For Trustworthy AI, s.18.

[1099] OECD Digital Economy Papers No. 349, *Advancing Accountability in AI: Governing and Managing Risks Throughout the Lifecycle for Trustworthy AI* (Şubat 2023), s. 33, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/02/advancing-accountability-in-ai_753bf8c8/2448f04b-en.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1100] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

sistemlerin incelenmesini güçleştirdiği ve böylece hesap verebilirlik ile demokratik gözetimi sekteye uğrattığı açıkça belirtilmektedir.[1101] Aynı raporda şeffaflık için Amsterdam ve Helsinki gibi kentlerin oluşturduğu kamuya açık "AI register" uygulamaları örnek gösterilerek, algoritmaların görünür kılınmasının hem toplumsal güveni artırdığı hem de paydaşların politika tasarımına etkin katılımına imkân verdiği aktarılmaktadır.[1102] Bu çerçevede vatandaşların kendilerini etkileyen kararların ne zaman, kim tarafından ve hangi verilerle alındığını bilmediği durumlarda şeffaflık eksikliğinin ciddi güven problemlerine ve toplumsal meşruiyet kaybına yol açabileceği belirtilmektedir.[1103]

3.2.1.3.4.2 Sorumluluk Zincirinin Kopması ve Hesap Verebilirlik Açığı Riski

Şeffaflık eksikliği, bir kararın hangi aşamada, kim tarafından, hangi gerekçeyle verildiğinin izlenememesi sonucunu da doğurmaktadır. Bu risk ise; sigorta, kredi, sağlık ve ceza yargısı gibi hayati alanlarda YZ temelli hatalı kararların sorumluluğunu belirlemeyi neredeyse imkânsız hâle getirmektedir. Şeffaflığın bulunmadığı YZ sistemlerinde karar yolculuğunun hangi aşamada, kim tarafından ve hangi gerekçeyle şekillendiği izlenemediği için hatalı çıktılarda sorumluluğu tespit etmek neredeyse olanaksızdır. TBMM Dijital Mecralar Komisyonu'nda *"algoritmaların –özellikle kişisel verilerin nasıl işlendiği ve hangi ölçütle sıralama yaptığı– kamuoyuna anlamlı biçimde açıklanmadığı sürece vatandaşın sürece katılamayacağı ve hak arama yollarının tıkandığı"* vurgulanarak bu kurumsal karanlık nokta temel bir risk olarak tanımlanmıştır.[1104] Aynı oturumda, temsilciliklerin "kâğıt üzerinde kalması" nedeniyle platformla doğrudan temas kurulamaması yüzünden "cezalar üzerinden yine kullanıcının mağdur olduğu bir süreç" yaşandığı, muhatap belirsizliğinin hukuki sorumluluğu dağıttığı ve denetimi fiilen uygulanamaz kıldığı hususu hatırlatılmıştır.[1105] Örneğin bir finans kuruluşunun şeffaf olmayan algoritması ile verilen bir kredi ret kararında, müşteri kararın gerekçesini anlayamamakta kararın önyargılı olup olmadığını, hangi veriye dayandığını ve itiraz hakkının nasıl işleyeceğini bilememektedir.

Avrupa Veri Koruma Kurulu (*European Data Protection Board / EDPB*), otomatik karar süreçlerindeki opaklığın hak arama ve yasal gözetim mekanizmalarını fiilen işlevsizleştirdiğini özellikle vurgulamaktadır. 29 Ocak 2020 tarihli resmî yazısında EDPB

[1101] OECD Digital Economy Papers No. 311, State of Implementation of the OECD AI Principles: Insights from National AI Policies (Haziran 2021), s. 19, 44, 46.
[1102] a.g.e., s. 44,19.
[1103] Merve Hickok'un 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1104] Türkiye Büyük Millet Meclisi, *Dijital Mecralar Komisyonu Tutanak Dergisi*, 2'nci Toplantı, 4 Kasım 2021, s.19.
[1105] a.g.e., s.30.

"algoritmalar giderek karmaşıklaştıkça şeffaflık azalmaktadır- bu şeffaflık yokluğu, ilgili kişilerin kararda kullanılan mantığı, önemini ve olası sonuçlarını anlayamamasına yol açarak, GDPR'ın 15-22. maddelerinde öngörülen hakların kullanılmasını engeller" tespitinde bulunmuştur.[1106] Başka bir ifadeyle karar mantığı açıklanmadıkça "veri öznelerinin/ilgili kişilerin anlamlı başvuru ve itiraz hakkı" ortadan kalkmakta, böylece yasal koruma mekanizmaları devre dışı kalmaktadır. Kurul bu nedenle denetim otoritelerinin ve veri sorumlularının, algoritmik işlemler hakkında "anlaşılır, erişilebilir ve kapsamlı bilgi" sağlamasını vazgeçilmez bir yükümlülük olarak tanımlamaktadır.[1107]

3.2.1.3.4.3 Algoritmik Ayrımcılık, Adaletsizlik ve Önyargı Riski

Eğitim verilerindeki önyargılar ve modelleme hataları, şeffaflık yokluğunda gizlenebilmekte ve sistematik ayrımcılığa neden olabilmektedir. Ayrıca algoritmik süreçlerin yeterince şeffaf olmamasının, özellikle kadınlara, azınlıklara ve diğer dezavantajlı gruplara yönelik ayrımcı ve zararlı sonuçlar doğurabileceği belirtilmektedir.[1108] Ülkemiz UYZS, "Tarafsızlık" ilkesinde YZ sistemlerinin "farklı demografik kesimler üzerinde ayrımcı veya haksız etkiler" yaratabileceği önyargı riskini açıkça kabul etmekte ve bu riski azaltmak için karar süreçlerinin sürekli izleneceği, hesap verebilirlik ve denetim mekanizmalarının kurulacağı zorunluluğunu ortaya koymaktadır[1109]. "Şeffaflık ve Açıklanabilirlik" ise algoritmalara dayalı otomatik kararlar hakkında kamu idareleri ve özel kuruluşların "teknik olmayan, yalın bir dille" gerekçe sunmasını ve bireylerin bu bilgiyi talep edebilmesini şart koşarak kararların dayandığı veri ile mantığın denetlenebilir olmasını güvence altına almaktadır.[1110] Strateji metni bu iki yükümlülüğü birlikte değerlendirerek, şeffaf ve açıklanabilir tasarımın önyargılı ya da hatalı sonuçlara karşı "koruyucu bir güvence" işlevi göreceğini -başka bir deyişle toplum için bir sigorta katmanı oluşturacağını- vurgulamaktadır.

3.2.1.3.4.4 Kritik Alanlarda Güvenlik ve Zarar Riski

Şeffaf olmayan YZ uygulamaları; sağlık, ulaşım ve kamu güvenliği gibi kritik

---

[1106] European Data Protection Board, Letter to MEP Sophie in 't Veld on Algorithmic Decision-Making, Ref. OUT2020-0004 (29 Ocak 2020), s. 3, https://www.edpb.europa.eu/sites/default/files/files/file1/edpb_letter_out2020_0004_intveldalgorithms_en.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1107] a.g.e., s.3.

[1108] Merve Hickok'un 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1109] Dijital Dönüşüm Ofisi, Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025, s. 61, https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf (Erişim Tarihi: 16.06.2025).

[1110] a.g.e.

alanlarda telafisi güç teknik ve toplumsal zararlara sebep olabilmektedir. Şeffaf olmayan (kara kutu) YZ sistemleri, sağlık hizmetlerinde hasta güvenliğini doğrudan tehlikeye atabilecektir.DSÖ, Mayıs 2023'te yaptığı açıklamasında LLM-temelli klinik karar destek araçlarının şeffaflık, kapsayıcılık, kamuoyu katılımı ve titiz değerlendirme *(transparency, inclusion, public engagement and rigorous evaluation)* ilkelerine uymadığı takdirde hatalı tanı-tedavi kararlarıyla hastalara zarar verebileceğini ve toplumda güven erozyonuna yol açacağını vurgulamıştır.[1111] ABD Gıda ve İlaç Dairesi de Haziran 2024 tarihli "Makine Öğrenmesi Etkin Tıbbi Cihazlar için Şeffaflık: Rehber İlkeler" (*Transparency for Machine-Learning-Enabled Medical Devices: Guiding Principles*) taslağıyla, üreticilere eğitim verisi, model mimarisi ve güncelleme geçmişini içeren ayrıntılı kayıt tutma ve bunları klinisyen-kullanıcıya anlaşılır biçimde açıklama yükümlülüğü getirerek kara-kutu riskini hasta güvenliği bağlamında düzenleyici düzeye taşımıştır.[1112]

Bu iki farklı deklarasyon, açıklanabilirliğin yalnızca etik bir tercih değil, olası klinik hatalara karşı zorunlu bir emniyet bariyeri olduğu konusunda birleşmektedir. Bu kapsamda, sağlık alanında kullanılan YZ ürünlerinin klinik validasyonlarının yüksek düzeyde olması ve karar süreçlerinin şeffaf, izlenebilir ve açıklanabilir nitelikte olması gerektiği vurgulanmaktadır.[1113] Ayrıca sağlıkta YZ uygulamalarının uluslararası standartlarda güvenilir validasyon platformlarına tabi tutulması ve açıklanabilir modellerin geliştirilmesinin teşvik edilmesi gerektiği de belirtilmektedir.[1114]

3.2.1.3.5 Etik YZ Çerçevesi Oluşturulmasına ilişkin Öneriler

3.2.1.3.5.1 Çok Katmanlı Yasal ve Etik Çerçevenin Oluşturulmasına İlişkin

- AB YZT örneğinde olduğu gibi, YZ uygulamalarının risk düzeylerine göre farklılaştırılmış yasal yükümlülüklere tabi tutulması gerekmektedir.
- Geliştirme, dağıtım ve uygulama aşamalarında çok aktörlü YZ uygulamaları için rol temelli sorumluluk ve hesap verebilirlik mekanizmaları açık şekilde tanımlanmalıdır.
- YZ temelli karar alma süreçlerinin bağımsız ve yetkin kurumlar tarafından düzenli

[1111] WHO, *WHO Calls for Safe and Ethical AI for Health* (16 Mayıs 2023), https://www.who.int/news/item/16-05-2023-who-calls-for-safe-and-ethical-ai-for-health (Erişim Tarihi: 16.06.2025).
[1112] FDA, Artificial Intelligence and Machine Learning in Software as a Medical Device (bilgilendirme belgesi, n.d.) (Erişim Tarihi: 16.06.2025).
[1113] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1114] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.

olarak denetlenmesi ve bu denetim sonuçlarının kamuoyu ile şeffaf biçimde paylaşılması sağlanmalıdır.

- YZ kaynaklı zararlarda hukuki sorumluluğun açıkça belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle sağlık, finans, adalet gibi yüksek riskli alanlarda yargısal ve yönetsel sorumluluklar netleştirilmelidir.
- Türkiye'nin Avrupa Konseyi "Yapay Zekâ, İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi"ne katılımı uluslararası konjüktür dikkate alınarak değerlendirilmeli ve gerekli aksiyonlar alınmalıdır.

Bahis konusu öneriye çalışmanın dördüncü bölümünde kapsamlı şekilde yer verilmiştir.

3.2.1.3.5.2 Teknik ve Kurumsal Önlemlerin Güçlendirilmesine İlişkin

- Model kartları, açıklama teknikleri, algoritma dokümantasyonu ve kullanıcı bilgilendirmeleri için standartlar oluşturulmalı ve bunların mevzuatta karşılığı bulunmalıdır.
- Veri mahremiyetinin korunmasına yönelik olarak veri minimizasyonu, diferansiyel mahremiyet, federe öğrenme ve anonimleştirme gibi ileri teknikler teşvik edilmeli; yüksek riskli sistemlerde bu tekniklerin uygulanması zorunlu hâle getirilmelidir.
- Algoritmik önyargıların önlenmesine yönelik olarak veri kalitesi, temsil çeşitliliği, adalet metrikleri ve ayrımcılık testlerinin model geliştirme ve güncelleme süreçlerine entegrasyonu sağlanmalıdır.
- Kamu kurumları arasında ortak veri altyapıları kurulmalı, kamu veri setlerinin anonimleştirilerek güvenli biçimde araştırma ve inovasyon amaçlı paylaşımı sağlanmalıdır.
- YZ ürün ve hizmetlerinin sektörel validasyonu için teknik denetim, sertifikasyon ve akreditasyon mekanizmaları kurulmalı; özellikle sağlık, adalet ve finans alanlarında bu mekanizmalar zorunlu hâle getirilmelidir.

3.2.1.3.5.3 Şeffaflık, Katılım ve Toplumsal Güvenin Artırılmasına İlişkin

- YZ uygulamalarında bireylerin hangi kararların algoritmalar tarafından alındığı, veri işleme süreçleri ve sahip oldukları haklar konusunda açık ve sade biçimde bilgilendirilmeleri zorunlu kılınmalıdır.
- YZ politikalarının belirlenmesi sürecinde çok paydaşlı istişare mekanizmaları geliştirilmeli, kullanıcı geri bildirimleri ve sivil toplum katkısı sistematik biçimde

dikkate alınmalıdır.

- Yüksek riskli YZ sistemlerinde sistemin toplumsal etkileri önceden değerlendirilerek kamuoyu ile paylaşılmalı; şikâyet, itiraz ve telafi mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- Toplumun farklı kesimlerinin YZ'ye ilişkin farkındalığını artırmak amacıyla kamuoyuna yönelik eğitim kampanyaları, rehber belgeler ve dijital okuryazarlık faaliyetleri hayata geçirilmelidir.
- Kamu sektöründe çalışan karar vericilere, yargı mensuplarına ve uygulayıcılara yönelik YZ temelli riskler konusunda sürekli mesleki gelişim programları uygulanmalıdır.

3.2.2 Sosyal ve Sosyoekonomik Riskler

Tarih içinde teknolojinin gelişimi ve yaygın olarak uygulanması ekonomik ve sosyal boşluklar yaratmış, toplumların ekonomik yapısını ve sosyal alışkanlıklarını değiştirmiştir. Bu nedenle de teknolojinin gelişimi ve gelişimin toplumda yaygınlaşması zenginlik-yoksulluk, hastalık-sağlık şeklindeki diyalektikleri üretmiş ve insanlık tarihinin her zaman hassas bir konusu olmuştur. YZ teknolojilerinin gelişimi ve adaptasyonu sürecinde de benzer sosyal süreçlerin yaşanılması kaçınılmaz olacaktır. Kazanımları maksimize ve riskleri minimize etmek ana hedeftir. YZ sistemlerinin tasarımı, YZ teknolojisinin sosyal risklerini de biçimlendirecek ana unsur olacaktır. Nihayetinde, toplumları olumlu veya olumsuz etkileyen, kazanım veya risk oluşturacak unsur teknolojinin kendisi değil, insanların değişimleri kabul etme, sistemi kurgulama, teknolojiyi yaygınlaştırma ve kullanma biçimleridir.[1115]

Bu perspektifle oluşturulan OECD YZ Prensipleri ve beş temel ilkesi, insan haklarına ve demokratik değerlere saygı duyan YZ kullanımını teşvik etmeyi ve riskleri minimize etmeyi amaçlayan ilk çalışmalar arasında yer almaktadır. Bu ilkeler arasında yer alan 'Human rights and democratic values, including fairness and privacy/Adalet ve gizlilik de dahil olmak üzere insan hakları ve demokratik değerler' ilkesi ayrımcılık yapmama, eşitlik, çeşitlilik, kapsayıcılık, sosyal adalet ve geçerli uluslararası hukuk tarafından korunan diğer hak ve özgürlüklere saygı gösterilmesini, YZ tarafından yayılan yanlış bilgi ve dezenformasyonun ele alınmasını içermektedir.[1116] Bu amaçla OECD ilkesi, YZ aktörlerinin belirlenen amaç

[1115] Caradaıcă, M. (2020). 'Artificial Intelligence and Inequality In European Union'. Europolity Continuity and Change in European Governance14:1 https://europolity.eu/wp-content/uploads/2020/07/VOL-14-1-01.-Caradaica.pdf. (Erişim Tarihi: 30.04.2025).

[1116] OECD (2019). The OECD AI Principles. https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html. (Erişim Tarihi: 30.04.2025).

dışındaki kullanımları, kasıtlı veya kasıtsız kötüye kullanımdan kaynaklanan riskleri; bağlama uygun ve son teknolojiyle tutarlı bir şekilde ele almak da dahil olmak üzere insan faaliyeti, gözetim kapasitesi vb. mekanizmaları ve güvenceleri ele almaktadır.

2024 yılında düzenlenen The EU Artificial Intelligence Act/ AB Yapay Zekâ Yasası'nın da YZ'nin risklerinin tespiti ve önlenmesi ağırlığında ele alındığı görülmektedir. AB, Yapay Zekâ Yasası amacını da 'AB'de güvenilir YZ'yi teşvik etmek' olarak tanımlamıştır.[1117] The EU Artificial Intelligence Act/ AB Yapay Zekâ Yasası, YZ gelişimini teşvik etme ve yeniliği artırma ile ortaya çıkan riskleri etkili bir şekilde yönetme arasında denge kurmayı hedeflemiş ve hedeflerine yansıtılmıştır. Hedefler aşağıdaki şekilde özetlenmektedir:

1. AB pazarındaki YZ sistemlerinin güvenli olmasını ve kamu haklarına ve değerlerine saygılı olmasını sağlamak.
2. YZ sistemlerinde yatırımı ve yeniliği kolaylaştırmak için yasal kesinlik sağlamak.
3. Etik ve güvenlik gerekliliklerinin yönetimini ve etkili bir şekilde uygulanmasını geliştirmek.
4. Pazar parçalanmasını önlerken yasal, güvenli ve güvenilir YZ uygulamaları için tek bir AB pazarının geliştirilmesini kolaylaştırmak

AB YZ Yasası, birçok YZ sisteminin sınırlı veya sıfır risk teşkil ettiğini, birçok toplumsal zorluğun çözümüne katkıda bulunabileceğini ancak bazı YZ sistemlerinin istenmeyen sonuçlardan kaçınmak ve risklerini bertaraf etmek için tedbirlerin alınmasının gerekliliğini belirtmiştir. Bu amaçla YZ faaliyetlerini risk seviyesine göre dört risk boyutuyla sınıflandırmıştır.[1118] Manipülasyon ve aldatma, güvenlik açıklarının istismarı, sosyal puanlama, duygu tanıma, biyometrik kategorizasyon vb. konulardaki YZ sistem çalışmaları ve kullanımı yasaklanmış; eğitime erişimi ve birinin mesleki yaşam seyrini belirleyebilen; özel ve kamu hizmetlerine erişim sağlamak için kullanılabilen (ör. vatandaşlara kredi alma fırsatını reddeden kredi puanlaması); göç, iltica ve sınır kontrol yönetiminde kullanabilen (ör. vize başvurularının otomatik olarak incelenmesi); adalet ve demokratik süreçlerin idaresinde (örneğin mahkeme kararlarını hazırlamak için YZ çözümleri) vb benzeri konularındaki YZ çözümlerini de yüksek riskli alan içinde tanımlamıştır.[1119]

Genel olarak tüm bu çalışmalar incelediğinde ve özellikle sosyal alanı kapsayan riskler

[1117] European Commission (2024). AI Act. The EU Artificial Intelligence Act Regulation (Eu) 2024/1689 of The European Parliament and of The Council. Official Journal of the European Union https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai (Erişim tarihi: 28.02.2025).
[1118] a.g.e.
[1119] a.g.e.

dikkate alındığında sosyal risk alanında yer alan ana konuların aşağıdaki şekilde kümelendiği görülmektedir:

- Sosyal Eşitsizliklerin Artması ve Dijital Uçurum
- İşsizlik ve İşgücü Piyasasındaki Dönüşüm
- İnsan-Makine İlişkileri ve Sosyal İzolasyon
- Dezenformasyon, Manipülasyon ve Güven Krizi

Çalışmalar incelendiğinde ve teknolojik ihtiyaçlar bir yana alındığında YZ sistemlerinin hayatımıza bir kazanç olarak girmesi için sosyal alanda öncelikli yatırım yapılması gereken alan eğitim alanıdır. İnsanı risklere karşı korumanın başlangıcı insanı eğitim ile donanımlı hale getirmektir. Eğitimle donanım kazanan insan dezenformasyona karşı oto kontrol mekanizmasını geliştirir, yeni istihdam alanlarına adapte olur, sosyal yetkinliklerini ve hayat merakını edineceği için makine ile ilişkisini sağlıklı sürdürür. Eğitim YZ sistemlerinin risklerine karşı koruma kalkanı oluşturacak en kilit alandır. Sayılan sosyal risklerin boyutları ve çözümü açısından farklılıklar olmakla birlikte her bir risk alanında ortak çözüm kümesi eğitim olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplumsal anlamda diğer öncelikli alanların tarım ve sağlık olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.2.1 Sosyal Eşitsizliklerin Artması ve Dijital Uçurum

Sosyal eşitsizlik, bireylerin veya toplumsal grupların kaynaklara, fırsatlara, haklara ve hizmetlere erişiminde sistematik ve yapısal farkların bulunması durumudur.[1120] Bu farklar genellikle sosyal sınıf, cinsiyet, etnik köken, coğrafya, engellilik, eğitim seviyesi gibi faktörlere dayanmaktadır. Özellikle dezavantajlı toplulukların yeni endüstriyel makinelere adaptasyonunun zorluğu nedeniyle işsizlikle karşı karşıya kaldıkları; bu toplulukların yeni cihazları kullanımda kısıtlı oldukları veya maddi olarak karşılayamadıkları ve böylece önemli buluşların yoksulluk getirdiği örnekler tarihte mevcuttur.[1121] Zira dönüşüm değişim getirir, değişimler ise hem riskleri hem kazançları barındırır. Örneğin sanayi devriminde kadın ve çocuk işçiliği sömürüsü yaşanmış, yeni sınıflar arasında gelir eşitsizliği görülmüş ve eğitim imkanlarının eşitsizliğiyle oluşan fırsat eşitsizliği sonucu sosyal sınıflar arasında uçurumun, toplumda sosyal eşitsizliğin oluştuğuna tanık olunmuştur. YZ dönüşümünde de sanayi devriminde olduğu gibi kazanımların toplum içinde eşitsiz bir şekilde dağılması, Prof. Dr.

[1120] Macionis, J. J. (2017). Sociology (16th ed.). Pearson Publising.
[1121] Begovic, Boris (2020). Book Review The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation by Carl Benedikt Frey. PANOECONOMICUS, 67(4), 573-582. https://www.researchgate.net/publication/343788257_Book_Review_The_Technology_Trap_Capital_Labo and_Power_in_the_Age_of_Automation_by_Carl_Benedikt_Frey. (Erişim Tarihi: 31.05.2025)

Daren ACEMOĞLU'nun belirttiği gibi "*dar bir elit kesimin haksız zenginleşmesi; geniş kitlelerin gelir payının azalması*" ile sosyal eşitsizliğin daha da derinleşmesi riski mevcuttur.[1122] Sosyal eşitsizliğin temel ayrımı bireyler açısından erişim ile sistemler açısından veri ve analiz güvenliği olmak iki temel boyutta ele alınabilir.

3.2.2.2 Teknolojiye Erişim

Teknolojiye erişim, BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) altyapısına erişim ve bunu hem kullanabilme hem de maddi olarak karşılayabilme imkânıdır. Bireyler açısından temel sorun erişim sorunudur; dijital araçlara erişim, YZ farkındalığı ve yetkinlik gelişimi şeklinde üç başlıkta toplanabilir. Dünya genelinde internet erişimi 2025'in başında toplam 5,56 milyar kişi olarak kaydedilmiştir ve bu rakam dünya genelinde internet penetrasyonunun %67,9 olduğunu göstermektedir.[1123] İnternet kullanıcıları 2024 yılında 136 milyon (+%2,5) artmıştır, ancak 2025 yılının başında hala 2,63 milyar kişi çevrimdışı kalmıştır.

TÜİK verilerine göre ise Türkiye'de internet kullanım oranı, 16-74 yaş grubundaki bireylerde 2023 yılında %87,1 iken 2024 yılında %88,8 olarak gerçekleşmiştir. Cinsiyet bazında 2024 yılında İnternet kullanım oranı ise erkeklerde %92,2, kadınlarda %85,4 olarak kaydedilmiştir.[1124] İnternet üzerinden ele alındığında dijitale erişim hem sosyo-ekonomik sınıflar arasında hem kadın-erkek cinsiyet dağılımı açısından hala tam anlamıyla eşit ve adil dağılmamaktadır. Önlem alınmaması halinde bu durumun YZ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla daha derin bir açık yaratması olasıdır. Erişimi olmayan bireylerin YZ farkındalığı geliştirmesi belli bir oranda mümkün olsa bile YZ sistemleri konusunda yetkinlik geliştirmesi ve YZ'nin kazanımlarından yararlanması mümkün olmayacaktır. Kırsal bölgeler, az gelirli aileler ve düşük eğitim seviyesine sahip bireyler bu sistemlerden dışlanma riski taşır. Bu durum toplum içinde bir "dijital bölünmüşlük" olarak tanımlanabilir.

3.2.2.3 Yapay Zekâ Sistem Güvenirliği

Sistemler açısından temel sorun YZ sistemlerinin verilerinin, algoritmalarının, öğrenme ve analiz etme yaklaşımlarının güvenirliliği konusundadır. Zira YZ teknolojileri, kapsamlı bir denetimle tasarlanmazsa, farkında olmadan mevcut toplumsal önyargıları sürdürebilir; cinsiyet, etnik köken vb. konularında çeşitli dezavantajlı topluluklara karşı

[1122] Daron Acemoğlu ve James A. Robinson, Ulusların Düşüşü, 5. Baskı, 2014, İstanbul: Doğan Kitap
[1123] We Are Social ve Meltwater (2025) Digital 2025: Global Overview Report. https://datareportal.com/reports/digital-2025-global-overview-report. (Erişim Tarihi: 10.02.2025)
[1124] TUİK (2024). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması, 2024. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2024-53492 (Erişim Tarihi: 10.02.2025)

ayrımcı etkilerin devamına hatta derinleşmesine yol açabilir; hatalı analizler sonucunda toplumda bireylerin hayatında yıkıcı etkilere yol açabilir. Bu risklerin gerçekliği, YZ sistemlerinin kullanılmaya başladığı kısa geçmişte gözlemlenmiştir. Örneğin yakın geçmişte Amazon'un YZ bazlı işe alım aracının ayrımcılığı kayıtlara geçmiş,[1125] daha yakın tarihli bir örnek de İtalya Deliveroo davasında yaşanmış ve mahkeme, ayrımcılığa atıfta bulunarak Deliveroo'nun yolcu sıralama algoritmasının aleyhinde karar vererek algoritmik ayrımcılığın gerçekleştiğini gözler önüne sermiştir.[1126] Buolamwini ve Gebru'nun "Gender Shades" çalışmasında da daha koyu tenli kadınlar için yüz tanıma sistemlerinin (%34,7) hatalı tanıma oranları açık tenli erkeklere göre (%0,8) oldukça yüksek çıkmıştır.

Merve HICKOK'un[1127] YZ'nin ortaya çıkardığı fırsatlardan yararlanılması için YZ sistemlerinin etik ve güvenilirlik üzerine inşa edilmesinin önemine vurgu yapmak amacıyla verdiği örnek vakalar aşağıda dikkate sunulmaktadır:

- YZ sistemlerinin kadınlara, yaşlılara, engellilere, etnik ve dini azınlıklara karşı daha önyargılı ve negatif kararlar verdiğine dair çok sayıda vaka mevcuttur. Örneğin Apple ve Goldman Sachs'ın ortak kredi kartı, tüm koşullar erkeklerle aynı olmasına rağmen kadınlara daha az kredi sunmaktadır.
- Yüz tanıma sistemleri özellikle daha koyu tenli insanlar için büyük hata oranlarına eğilimlidir. Bu durum anlaşılmadan güvenlik kuvvetleri tarafından kullanıldığında insanların haksız yere tutuklanmasına yol açması olasıdır.
- Devletlerin kullandığı bazı sistemlerin insanların hayatlarını altüst etme olasılığı mevcuttur. Örneğin, Hollanda vergi kurumunun kullandığı bir algoritma, ağırlıkla göçmenlerin bulunduğu, binlerce insanı yanlışlıkla vergi kaçakçısı olarak işaretlemiştir. Binlerce insanın iflasına, ailelerinin parçalanmasına yol açan bu skandal Hollanda hükümetinin de istifasına da yol açmıştır. Benzer skandallar ABD, Avustralya, İsveç, Fransa kamu kurumları tarafından kullanılan risk profil algoritmalarında da görülmüştür.[1128]

Adalet süreçlerinde, finansal kararlarda ve işe alım süreçlerinde adil ve eşitlik çerçevesinde kalınma konusundaki riskleri ve yaşanmış örnekleri farklı alanlara da

[1125] Dastin, Jeffrey (2018) Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. Rueters, 11 Ekim 2018. https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG/. (Erişim Tarihi: 31.05.2025).
[1126] Joy Buolamwini ve Timnit Gebru (2018).Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. Proceedings of Machine Learning Research 81:1–15. https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a/buolamwini18a.pdf (Erişim Tarihi: 31.05.2025).
[1127] Merve Hickok tarafından Komisyona sunulan 12.03.2025 tarihli yazı.
[1128] a.g.e.

genişletmek mümkündür. Örneğin YZ temelli sağlık sistemlerinin azınlık gruplarına karşı daha düşük performans sergilediği görülmüştür. Dijital sosyal yardım sistemleri, geçmiş verilerdeki yoksulluk temelli önyargılara dayanarak, dezavantajlı kişilere haksız cezalandırma ve yardım kesintisi yapabilmekte, bu durum da "dijital yoksul hapishanesi" benzeri bir yapı oluşturabilmesi ihtimalini de doğurmaktadır.

Eğitim alanındaki riskler belki de YZ sistemlerinin en temel riski olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk sorun eğitime ve teknolojik kaynaklara erişim sorunudur. Erişim hakkının eşit dağılmaması ciddi bir sorundur ve erişim kısıtı hem bireysel hem de eğitim kurumları açısından mevcuttur. YZ sistemleri, özellikle eğitim eşitsizliğinin yeniden üretimine hatta daha da derinleşmesine neden olabilir. Eğitim politikalarında yapılan yapısal hatalar, yalnızca kısa vadeli sonuçlar doğurmakla kalmamakta, aynı zamanda uzun vadede telafisi güç, on yıllar sürebilecek toplumsal kayıplara ve eşitsizliklerin derinleşmesine neden olabilmektedir. Bu durum, zamanla geri dönüşü zor bir toplumsal eşitsizlik krizine evrilme riski taşımaktadır. Eğitime erişimin yanı sıra yine eğitim alanında öğrencilerin burs, sınıf düzeyi, akademik başarı gibi konularda yapılan tahminlerde, tarihi verilerdeki ırksal, cinsiyetçi ve ekonomik önyargılar yüzünden azınlıklara, engelli bireylere ve kız çocuklarına yönelik önemli bir dezavantaj oluşturma riski de bulunmaktadır.

Eğitim alanında YZ sistemlerinin erişim ve yetkinlik zorlukları aşıldıktan sonra ikinci aşamada da çeşitli riskler bulunmaktadır. YZ, öğretim kararlarının büyük ölçekte otomatikleştirilmesini sağladığında istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir. Örneğin YZ bazı öğrenciler için müfredat hızını artırarak, diğer öğrenciler için hızı yavaşlatarak (eksik verilere, zayıf teorilere veya öğrenmeyle ilgili önyargılı varsayımlara dayanarak) bir uyumlama yaparak başarı dengesizlikleri oluşturabilir. YZ sistemleri, kalıpları tanıma ve karar verme süreçlerini otomatikleştirme yeteneğine sahip olsa da; kararların toplumsal, kültürel ve etik bağlamını dikkate alacak insani yargıdan yoksundurlar. Bu durum, bağlamdan kopuk veya öngörülemeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Vaka çalışmaları, bağlam biraz değiştiğinde teknolojinin güvenliden güvensiz veya etkiliden etkisiz hale hızla geçme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.[1129] Ayrıca, insanların sahip olduğu aynı "sağduyu" yargısına sahip değillerdir ve genellikle doğal olmayan veya yanlış şekillerde yanıt

[1129] Russell, Stuart (2019). Human compatible: Artificial intelligence and the problem of control. Oxford University Press. Viking. ISBN 978-0-525-55861-3. https://people.eecs.berkeley.edu/~russell/papers/mi19book-hcai.pdf (Erişim Tarihi: 31.05.2025).

verirler.[1130] Son olarak eğitimin ağırlıklı olarak YZ sistemleri üzerinden yürütülmesi insanın sağlıklı öğrenim ve gelişim süreci geçirmesi için zorunlu olan fiziksel yetkinliklerden, doğadan ve sosyal etkileşimlerden faydalanmasına ciddi kısıtlar getirebilir.[1131] Temel modellerin beklenmedik şekillerdeki çıktıları ve riskler göz önüne alındığında, yetkin insan unsurlarını YZ sistemlerinin üzerinde yetkili olarak konumlandırmanın, karar verici konumda ve süreç içinde tutmanın büyük önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

YZ teknolojileri çok kompleks bir teknoloji olsa da bugün insanların verdiği kararlar ile yönetilmekte ve geliştirilmektedir. O nedenle Daren ACEMOĞLU'nun da önerdiği gibi YZ politikalarının tasarımı, sadece verimlilik değil, toplumsal adalet ilkeleri çerçevesinde ele alınmalıdır.[1132] Böylece dijital çağda ekonomik dinamizmi eşitlik gözeterek sağlamak mümkün olacaktır.

Öneriler:

- Toplumun genel olarak YZ farkındalık ve bilincinin geliştirilmesi, tüm risklerin minimize edilmesinde en etkili yoludur. Bu nedenle öncelikle farkındalık ve YZ okuryazarlığı çalışmalarının ivedilikle yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda çeşitli öneriler sunulmuştur. *Teknoloji okuryazarlığının, dezavantajlı grupları ve düşük eğitim düzeyine sahip bireyleri de kapsayan, özel eğitim destekleri ve Devlet destekli hibelerin eğitim programlarına yönlendirilmesi*;[1133] *YZ okuryazarlığı (ne olduğu, etik ilkeler, eleştirel değerlendirme) toplumun geneline yaygınlaştırılmalı*[1134] ve YZ'nin *bilinçli kullanımı konusunda kamuoyu, öğrenciler ve öğretmenler bilgilendirilmelidir*.[1135]
- YZ sistemlerinin etik, anti-ırkçı, anti-cinsiyetçi ve adalet odaklı prensiplerle geliştirilmesi için veri mühendisliği prensiplerinin belirlenmesi ve uygulanması hayati öneme sahiptir. Bu nedenle YZ sistemlerinin ayrımcı sonuçlar üretmemesi

[1130] Office of Educational Technology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations (Erişim Tarihi: 31.03.2025).

[1131] Office of Educational Technology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations (Erişim Tarihi: 31.03.2025).

[1132] Acemoğlu, Daren (2019). The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w25682/w25682.pdf (Erişim Tarihi: 31.05.2025).

[1133] Prof. Dr. Egemen Yılmaz'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1134] Prof. Dr. Veysel Bozkurt ve Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1135] Özgür Türk'ün 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

hayatidir. *Geliştiricilerin, algoritmalarını bias testlerine tabi tutması; cinsiyet, ırk vb. gruplara karşı haksız farklar tespit edilirse gidermesi, ilgili kanunların YZ yoluyla doğrudan veya dolaylı ayrımcılık yapılmasını yasak kapsamına alması ve ihlalinde yaptırım uygulanması önerilmektedir.*[1136]

- Eğitim politikalarının ve programlarının özellikle azınlıklar, kız çocukları, düşük gelirli gruplar gibi dezavantajlı grupları önceliklendirecek ve kapsayacak bir şekilde düzenlemesi gerekmektedir. Eğitim ve yeniden beceri kazandırma politikalarının kamu tarafından desteklenmesi, dijital uçurumun daraltılmasında kritik bir rol oynamaktadır.[1137] Toplumsal eşitlik için özellikle kırsal bölgelerde hizmetlerin eşit dağılımı ve dijital erişim eşitliği (internet, cihaz, eğitim) için politikalar geliştirilmesinin öncelikli aksiyonlar olarak ele alınması gerekmektedir.
- YZ sistemlerinde insanın ana karar verici pozisyonunda kalmasını sağlamak önemlidir. Hukuktan eğitme tüm alanlarda insanın sistemde kalması algoritmik veya verisel yanlışların önlenmesine katkı sağlanacaktır. Ayrıca *YZ destekli sistemlerin pedagojik etkileri bağımsız şekilde denetlenmelidir.*[1138]

3.2.2.4 İşsizlik ve İşgücü Piyasasındaki Dönüşüm

Teknolojik gelişimler kaçınılmaz olarak değişim, değişim kaçınılmaz olarak hem fırsat hem tehdit yaratır. Tarihsel olarak günümüze en yakın gerçekleşmiş olan teknolojik devrim sanayi devrimidir. David RICARDO 19. yüzyılda 1. Sanayi Devrimi sürecinde makinelerin istihdam üzerindeki etkilerini incelemiş; çıkarımlarından biri de dokuma makinelerinden ötürü el dokumacılarının işsiz kalması ancak iplik eğirme otomasyonunun yeni iş alanları doğurması olmuştur.[1139] Kaçınılmaz olarak benzer bir durum YZ'ye dönüşüm sürecinde de oluşacaktır. Sanayi devrimi ile YZ dönüşümünün toplumsal boyutunda bazı temel ve önemli farklılıklar bulunmaktadır:

1. Nüfus büyüklüğü. Sanayi devriminin başlangıcı 1780'ler olarak kabul edilir ve 1800'lerde de dünya nüfusunun ortalama 1 milyar olduğu tahmin edilmektedir.[1140] 2025 yılında ise dünya nüfusu 8 milyarı geçmiş durumdadır ve 2050 yılında dünya nüfusunun 10

[1136] Adana Milletvekili Ayyüce Türkeş Taş tarafından Komisyona sunulan 27.05.2025 tarihli yazı.
[1137] Acemoğlu, Daron (2021). *Harvard Economics Lecture on Technology and Inequality*.
[1138] Denizli Milletvekili Sema Silkin Ün tarafından Komisyona sunulan 30.05.2025 tarihli ve 1638085 sayılı yazı.
[1139] Prof. Dr. Egemen Yılmaz'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1140] Statista (2024). Population of the world's continents from 1800 to 2021, with estimates until 2100. https://www.statista.com/statistics/997040/world-population-by-continent-1950-2020/

milyara yaklaşması beklenmektedir. İlk fark kalabalık nüfus ve dolayısıyla kalabalık bir nüfusun dönüşümüdür. Bu durum Ülkemiz için de benzer bir şekilde geçerlidir.

2. Teknolojinin gelişim hızı. Sanayi devriminin ilki ortalama 1780-1870, ikincisi 1870-1914; üçüncüsünün de 1969-1990lar arasında gerçekleştiği kabul edilmektedir.[1141] Tarih kırılımlandırılması ve dönemlendirme için kullanılan yaklaşım analitik gözlemlere dayanır ve sanayi devrimi yaklaşık 250 yıla yayılan dört dönemden oluşur. Ancak YZ gelişimi çok daha hızlı gerçekleşmektedir. 1950-2010 yılları arası ilk gelişim dönemi ve 2010-2025 arası YZ'nin ikinci dönemi olarak kabul edilmektedir. Bu tarihsel akış YZ devriminin sanayi devrimine oranla çok daha hızlı bir gelişme kaydettiğini göstermektedir. Bu hız, toplumsal ve ekonomik etkilerin de çok daha hızlı ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

3. Teknolojik dönüşümün içeriği. Sanayi devriminde insanın fiziksel gücüne olan ihtiyacı makinelere devredilmişti. YZ dönüşümünde ise insanın bilişsel gücüne olan ihtiyacı ya da en azından dış belleğini makinelere devretmesi öngörülmektedir. YZ dönüşümünde gerçekleşecek olan istihdam değişimi sanayi dönemine göre hem daha hızlı ve daha büyük bir nüfus ile gerçekleşecek hem de nitelik açısından fiziksel değil bilişsel olacaktır. Kısaca YZ döneminde fiziksel güce olan değil bilişsel güce olan ihtiyaçlar makinelere devredilecektir ve bu kaçınılmaz olarak birçok istihdam alanını kalıcı şekilde etkileyecektir.

4. Kaynakların sınırlılığı. Sanayi devriminin başlangıcında, dünyanın ekolojik dengesi açısından insan faaliyetlerinin karbon ayak izine negatif etkisi henüz gerçekleşmemişti. Karbon salımının etkileri ile ilgili ilk çalışmalara 19. yüzyılda rastlanmakla birlikte salınımların sürdürülebilir olduğu anlaşılmaktadır. İnsanlığın toplam ayak izi 1970'lere kadar sürdürülebilir olacak düzeyde gerçekleşmiş ancak bu dönem sonrasında küresel ekolojiye insanın negatif bir etki ürettiği anlaşılmaktadır.[1142] Günümüzde ekolojik denge ve enerji kaynakları hem en önemli dünya sorunlarından hem de YZ sistemlerinin temel koşullardan biridir. YZ dönemine girerken Dünya kaynak kısıtlarına sahiptir ve küresel iklim değişikliği süreci içinde bulunmaktadır.

Tüm bu şartlar altında, dünya vatandaşları çok kapsamlı bir değişimin eşiğindedir. Bu değişimin en çarpıcı etkilerinin görüleceği başat alanlardan biri hiç kuşkusuz istihdam alanı olacaktır. İş hayatında YZ sistemlerinden faydalanmanın ilk şartı dijital kaynaklara erişim ve

[1141] Ashwani Sharma ve Bikram Jit Singh (2020). Evolution of Industrial Revolutions: A Review. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) 9(11). https://www.researchgate.net/publication/344366036_Evolution_of_Industrial_Revolutions_A_Review

[1142] Gergely Toth ve Cecília Szigeti (2016). The historical ecological footprint: From over-population to over-consumption. Ecological Indicators 60, 283-291. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1500374X

kullanım yetkinliğidir. Bu konuda İŞKUR tarafından 2025 yılında gerçekleştirilen İkiz Dönüşümün İşgücü Piyasasına Etkisi ve YZ Alt araştırmaları Türkiye'de dijital kullanımın henüz arzulanan seviyeye gelmediğini göstermektedir. İşletmelerin %65,6'sı hiç, %33,6'sı ise çok az düzeyde dijital dönüşüm uygulamalarını kullanmaktadır.[1143] YZ kullanımına henüz hiç başlamamış işletme oranı ise %97,3 seviyesindedir. Öte yandan aynı araştırmaya göre araştırmaya katılan işletmelerin çoğunluğu (%58,21), YZ'nin yıllar içinde tüm işlerde işsizliği artıracağını ve işletmelerin daha büyük bir çoğunluğu ise (%79,86) YZ'nin nitelikli iş gücü gerektirecek yeni iş alanları ortaya çıkaracağını belirtmişlerdir. İşverenlerin YZ kullanımı ile birlikte çalışanlarda öne çıkması gerektiğini düşündüğü beceriler sorulduğunda da dijital okuryazarlık, analitik düşünme, algoritma kurabilme ve anlama, problem çözme, inisiyatif kullanma ve hızlı karar verme, detaylara dikkat etme, hızlı adaptasyon ve sürekli öğrenme becerileri öne çıkmıştır. Bu çalışma Türkiye'de işletmelerin henüz dijital dönüşümü gerçekleştirmediği ancak bu dönüşümün farkında olduğu ve gerekli yetkinlikler konusunda da bilinç oluştuğu çıkarımını yaptırmaktadır.

İstihdam konusunu en çok etkileyecek etmen YZ teknolojileri olmakla beraber konuyu salt YZ bağlamında değerlendirmek de sınırlı bir bakış açısı getireceğinden istihdamı etkileyen şartları tüm boyutları ile incelemek gerekmektedir. World Economic Forum Future of Jobs anket raporunda 2025-2030 yılları arasında istihdamı etkileyecek ilk 5 trend aşağıdaki şekilde özetlemiştir:[1144]

1. Dijital erişimin yaygınlaşması. Beklendiği üzere dijitalin yaygınlaşması en dönüştürücü trend olarak ortaya çıkmaktadır. İşverenlerin %60'ı bu dönüştürücü etkinin 2030 yılına kadar tüm işleri dönüştürmesini beklemektedir.

2. Yaşam maliyeti. İş dünyasının yarısı, küresel enflasyonda beklenen düşüşe rağmen yaşam maliyetinin sürekli artış göstermesinin iş dünyasında da kuvvetli bir karşılık bulacağını öngörmektedir.

3. İklim değişikliği. İklim değişikliğinin azaltılması, istihdama da etki edecek en dönüştürücü üçüncü eğilim olarak görülmekte olup iklim değişikliğine uyum konusu işverenlerin %41'inin öncelikleri arasında yer almaktadır. Bu çelişkiye rağmen iklim değişikliğinin önümüzdeki beş yıl içinde işleri dönüştürmesi beklenmektedir.

4. Yaş ve nüfus değişimleri. Nüfus ve yaş değişimleri iş dönüşümünün her zaman önemli bir parçasıdır ve önümüzdeki 5 yıl içinde önemli bir öncelik olacağı öngörülmektedir.

[1143] Türkiye İş Kurumu, 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1144] World Economic Forum (2025). Future of Jobs Report 2025. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/ (Erişim Tarihi: 31.03.2025).

Ağırlıklı olarak yüksek gelirli ekonomilerde yaşlanma ve azalan çalışma; ağırlıklı olarak düşük gelirli ekonomilerde genişleyen çalışma çağındaki nüfus iş dünyasında farklı iz düşümleri oluşturacaktır. Bu eğilimler genel olarak yetenek yönetimi, öğretim ve mentorluk, motivasyon ve öz farkındalık becerilerine olan talebin artmasına neden olacaktır. Yaşlanan nüfuslar hemşirelik profesyonelleri gibi sağlık hizmetleri işlerinde büyümeyi yönlendirirken, büyüyen çalışma çağındaki nüfus yüksek öğretim ve yaşam boyu eğitim öğretmenleri gibi eğitimle ilgili mesleklerde büyümeyi teşvik edecektir.

5. Jeopolitik gelişmeler. Jeoekonomik parçalanma ve jeopolitik gerginliklerin önümüzdeki beş yıl içinde ankete katılan kuruluşların üçte birinde (%34) iş modeli dönüşümünü yönlendirmesi beklenmektedir. Küresel işverenlerin beşte birinden fazlası (%23), ticaret ve yatırım üzerindeki artan kısıtlamaların yanı sıra sübvansiyonları ve endüstriyel politikaları (%21) faaliyetlerini şekillendiren faktörler olarak tanımlanmaktadır.

Başta teknolojik gelişmeler olmak üzere tüm bu değişkenler iş alanında çeşitli dönüşümlere, yeni iş yapma biçimlerine ve yeni istihdam alanlarına ihtiyaç doğuracaktır. Mevcut küresel eğilimler doğrultusunda, 2025-2030 dönemi içinde YZ ve dijital teknolojilerin yön verdiği yapısal dönüşümün iş gücü piyasası üzerinde önemli etkiler yaratacağı öngörülmektedir. Bu dönüşüm sonucunda, mevcut işlerin yaklaşık %22'sinin ya ortadan kalkacağı ya da yeni iş kolları şeklinde yeniden ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu değişim, istihdam politikalarının ve beceri dönüşüm programlarının yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Bugünün toplam istihdamının %14'üne (veya 170 milyona) denk yeni işlerin yaratılması, büyümenin mevcut işlerin %8'ine (veya 92 milyona) eşdeğer bir yer değiştirmeyi sağlaması ve bunun sonucunda toplam istihdamın %7 oranında (veya 78 milyon iş) net büyümesiyle sonuçlanması beklenmektedir.[1145] Ancak dijital dünyada adaletli erişim ve dönüşüm sonucu ortaya çıkan yetkinliklerde gelişim ve uzmanlık sağlanmaması ile uygun karar alma çerçevelerinin, ekonomik teşvik yapıların, gerekli hükümet düzenlemelerinin olmaması durumunda beklentilerin karşılanmaması riski doğmaktadır. Teknolojik gelişmenin, salt insan emeğinin yerini almaya odaklanması durumunda ise eşitsizliği ve işsizliği artırması riski ortaya çıkmaktadır.

Yetkin insan kaynağının yetiştirilmesi istihdam açısından en kilit unsurdur. PWC'nin konuyla ilgili yorumu şu şekildedir: "*YZ çağında rekabetçilik, teknoloji kadar insan kaynağı dönüşümüne de bağlıdır. En başta yönetim seviyesinin farkındalığını hedefleyen bir İK*

[1145] World Economic Forum (2025). Future of Jobs Report 2025. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/ (Erişim Tarihi: 31.03.2025).

yetenek yönetimi ve dönüşüm süreci ile çalışanların yeni beceriler kazanması için eğitim, farkındalık ve iş başında öğrenme modelleri önceliklendirilmelidir. İnsan-makine etkileşimini temel alan yeni roller öngörülmeli, insan kaynağı stratejileri buna göre şekillendirilmelidir".[1146]

McKinsey & Company tarafından 2025 yılında yayınlanan bir çalışmada hem kurumsal hem ülkesel olarak YZ çağında başarı için yetenek yatırımlarının finansal yatırımlar kadar öncelikli olduğunun altını çizmektedir.[1147] McKinsey, yeteneği iş başarısı için önemli bir ölçüt olarak önceliklendiren kurumların, daha yüksek performansı yönlendiren ve daha fazla değer yaratan kritik roller için gereken belirli becerileri ve yetkinlikleri de belirleyebilme kapasitesine sahip olacağına vurgu yapmıştır.

Yetenek yönetimin önemi birçok saygın kuruluşun raporunda da yer almaktadır. WEF tarafından yayınlanan çalışma 5 yıllık dönemde çalışanların mevcut beceri setlerinin ortalama beşte ikisinin (%39) dönüşmesinin veya güncelliğini yitirmesinin tahmin edildiğini ortaya koymaktadır.[1148] İş gücünün beceri geliştirme ve yeniden beceri kazandırması istihdam riskini engellemenin ilk ve en önemli aşamasını oluşturmaktadır. İyi senaryonun gerçekleşmesi durumda bile iş kayıplarının yaşanması kaçınılmaz görünmektedir. WEF'in2025 yılı verilerine dayanan öngörüsüne göre, küresel iş gücü 100 kişilik bir örneklem üzerinden değerlendirildiğinde; 2030 yılına kadar iş gücünde olan bireylerin 59'unun yeniden beceri kazanımına veya mevcut becerilerinin güncellenmesine ihtiyaç duyacağı belirtilmektedir. Bu grubun 29'u mevcut rollerinde kalmaya devam edebilecek şekilde becerilerini geliştirebilirken, 19'u organizasyon içindeki başka pozisyonlara geçiş yapabilecek düzeyde yeniden beceri kazanabilecektir. Ancak kalan 11 kişinin, ihtiyaç duyulan yeni yetkinlikleri edinmesinin mümkün olmaması nedeniyle iş gücü piyasasından dışlanma riskiyle karşı karşıya kalacağı ifade edilmektedir. Bu durum, iş gücü politikalarının proaktif biçimde yeniden şekillendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

YZ tarafından yönlendirilen otomasyon sonucunda özellikle rutin, düşük nitelikli ve manuel görevler için çeşitli sektörlerde iş kayıplarının ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu durumun kapsamlı ekonomik ve sosyal etkileri olacaktır. Ortaya çıkacak yeni iş kollarının

---

[1146] PWC Yönetim Danışmanlığı A.Ş., 15 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**

[1147] McKinsey & Company (2025). The critical role of strategic workforce planning in the age of AI. People & Organizational Performance. https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/the-critical-role-of-strategic-workforce-planning-in-the-age-of-ai#/ (Erişim Tarihi: 31.05.2025).

[1148] World Economic Forum (2025). Future of Jobs Report 2025. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/ (Erişim Tarihi: 31.03.2025).

kimi dahil edip kimi dahil edemeyeceği konusu en kritik konudur. Zira yüksek ve düşük becerili işler arasında genişleyen uçurum sonucunda istihdam değişiminin çıktısı olarak kutuplaşma, toplumsal sınıflar ve dezavantajlı gruplar arasında gelir adaletsizliği büyümesi olasıdır. İstihdama dahil olmak için yetkinlik gelişiminin yanı sıra sosyal kısıtlar ve riskler de mevcuttur. Sosyal riskler bölümünde de ele alındığı üzere, YZ sistemlerinin adalet süreçlerinde, finansal kararlar ve benzeri birçok alan ve durumların yanı sıra işe alım süreçlerinde de adil ve eşitlik çerçevesinde kalmaması riski bulunmakta olup bu risklere ilişkin yaşanmış örnekler de mevcuttur. Özellikle işe alım, terfi ve çalışma hayatını çeşitli şekillerde etkileyecek YZ sistemleri kullanımında, verideki mevcut eşitsizliklerin güçlendiği, dezavantajlı grupların daha da dezavantajlı hale geldiği "Matthew Etkisi" gözlemlenmiştir. Washington Üniversitesi tarafından bu durum akademik olarak tanımlamış ve YZ sistemlerinin tarihsel marjinalizasyon kalıplarını yeniden ürettiğine dikkat çekilmiştir.

Nobel ödül sahibi Daren ACEMOĞLU'nun çalışmaları YZ çağında sosyal eşitsizliklerin ve dijital uçurumun ancak kurumsal dönüşüm ve kamusal yönetişimle aşılabileceğini ortaya koymaktadır. ACEMOĞLU'na göre teknolojinin yönü "*otomasyon yerine insan-merkezli inovasyona*" kaydırılmalı, böylece iş gücü desteklenmeli ve eşitsizlikler azaltılmalıdır.[1149] Ayrıca kapma ekonomisi yerine kapsayıcı ekonomik kurumların geliştirilmesi, teknolojinin faydalarının toplumun geneline yayılmasını sağlayacağı savunulmuştur.[1150] Bir başka Nobel ödülü sahibi olan Claudia GOLDIN ise özellikle kadınların iş gücüne katılımının bir ülkenin ekonomik kalkınmasına yaptığı katkıyı verilerle ortaya koymuş ve kapsayıcı iş modellerinin kalkınmaya olan olumlu etkisini ortaya çıkarmıştır.[1151]

YZ dönüşüm süreci istihdamın yanı sıra iş dünyasının gelişimi, küçük işletme ve girişimler açısından da ele alınmalıdır. YZ yatırımları önemli ölçüde büyük teknoloji şirketlerinde yoğunlaşmakta, bu teknolojiler yine çoğunlukla büyük şirketler ile gelişimi yakalayabilecek yetkinlik ve yeterliliğe sahip bireyler tarafından kullanılmaktadır. "Matthew etkisinin" de ortaya koyduğu üzere, YZ sistemlerinin ekonomik kazanımları büyük ölçüde

[1149] Daron Acemoğlu ve Pascual Restrepo (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. Journal of Political Economy, 2020, 128 (6). https://shapingwork.mit.edu/wp-content/uploads/2023/10/Robots-and-Jobs-Evidence-from-US-Labor-Markets.p.pdf (Erişim Tarihi: 31.05.2025).

[1150] Daron Acemoğlu ve James Robinson (2012). Why Nations Fail. The Origins of Power, Prosperity and Poverty. New York: Crown. https://www.researchgate.net/publication/312544228_Why_Nations_Fail_by_Daron_Acemoglu_and_James_Robinson (Erişim Tarihi: 31.05.2025)

[1151] Claudia Goldin (2023). Nobel Prize, Claudia Goldin Facts. https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2023/goldin/facts/ (Erişim Tarihi: 31.05.2025)

hâlihazırda avantajlı konumda bulunan kişi ve kurumlar arasında yoğunlaşma eğilimi göstermektedir. Bu durum, YZ temelli büyümeden elde edilen maddi faydaların toplumsal gruplar arasında eşit biçimde dağılmaması riskini artırmakta; gelir ve fırsat eşitsizliğini derinleştirebilecek yeni bir dinamiği beraberinde getirmektedir. Bu ülkeler arasındaki gelir dağılımını da etkileyecek bir unsurdur. YZ yatırımları büyük hatta dev şirketler ve gelişmiş ülkeler tarafından domine edildiğinden, gelişmiş ekonomiler daha da zenginleşirken, gelişmekte olan ülkelerin daha da geride kalması ve küresel düzeyde ekonomik uçurumu büyütmesi riskine işaret etmektedir. Bu nedenle YZ sistem dönüşümlerinde bireysel çiftçiden sosyal girişimciye kadar tüm girişimcilerin, esnaf ve küçük işletmelerin devamlılığını sağlayacak politikalar üretmek ve tedbirler almak zaruridir.

Tüm çalışmalar dikkate alındığında istihdama yönelik risklerin azaltılması 3 temel başlık altında toplanmaktadır:

1. Farkındalık

YZ sistemlerinin kazanımlarını arttırmanın ve riskleri minimize etmenin ilk yolu farkındalık sağlamaktır. İstihdam özelinde farkındalık için öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Şirketler ve kamu kurumları için YZ eğitim programları ve farkındalık etkinlikleri düzenlenmelidir;[1152] BTK Akademi gibi platformlar aracılığıyla YZ eğitimleri yaygınlaştırılmalı ve tanıtımı daha etkin yapılmalıdır.[1153]

2. Yetenek Gelişimi ve Eğitim

YZ sistemlerinin kazanımlarını arttırmanın ve riskleri minimize etmenin ilk aşaması olan farkındalık aşamasıyla beraber eğitim aracılığı ile yetenek geliştirmeleridir. Yetenek gelişimi için dijital kaynaklara erişim şartı sağlanmalı ve dijital okur-yazarlık sağlanmalıdır. Bu temel oluştuktan sonra yetkinlik sağlanması mümkün olacaktır. Süreci hızlandırmanın etkin faktörü de hızla nitelikli insan gücü yetiştirmek ve gelişimi hızlı sağlayabilecek yetenek havuzuna destek verilmesidir. İstihdam özelinde eğitim ve yetenek gelişimi için öncelikli konu yaşam boyu eğitim uygulamalarına başlanmasıdır; genel öneriler aşağıda sıralanmıştır (kapsamlı eğitim önerileri Eğitim Kazanımları bölümünde detaylı ele alınmıştır):

- İstihdam daralması riski göz önünde bulundurularak sosyal politikalar (örneğin garantili asgari gelir, YZ vergisi ile sosyal fon oluşturma) tartışılmalıdır;[1154] YZ uzmanları yetiştirilmeli ve bu alandaki istihdam artırılmalıdır;[1155] YZ alanında

[1152] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1153] 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1154] 28 Ocak 2025 tarihli ve 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanakları, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**
[1155] 20 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

nitelikli insan kaynağının geliştirilmesi ve mevcut iş gücünün bu alandaki yetkinliklerinin artırılması öncelik olmalıdır;[1156] YZ alanında yetkin iş gücünün artırılması için çalışmalar yapılmalıdır.[1157]

- YZ'nin iş gücü piyasasına etkileri (iş kayıpları, yeni iş alanları, beceri dönüşümü) analiz edilmeli ve buna yönelik politikalar (yeniden eğitim, yaşam boyu öğrenme vb.) geliştirilmelidir.[1158]
- Yaşam boyu öğrenme, dijital becerileri geliştirmeye yönelik teknik ve mesleki eğitim programları, eğitim sisteminde reform; müfredatta daha fazla pratik ve beceri odaklı içerik bulunmalıdır.[1159] Üniversitelerin öncülük edeceği yaşam boyu eğitim programları hayata geçirilmelidir.

3. Teşvik ve Yatırım Destekleri

YZ dönüşümü için nitelikli insan gücü yetiştirmek kadar iş dünyasının bu konuda gelişimini destekleyecek, yeni girişimleri teşvik etmek, bireysel ve küçük işletmeleri de koruyacak mekanizmalar kurmak ve politikalar üretmek gerekmektedir.

- YZ alanında çalışacak uzmanların ücret politikaları gözden geçirilmeli, rekabetçi hale getirilmelidir.[1160]
- Firmalara, belirli kriterleri sağlayan YZ mezunlarını istihdam etmeleri durumunda maaş desteği verilebilir.[1161]
- YZ destekli yeni iş modelleri teşvik edilmelidir.[1162]
- Özel sektörün YZ teknolojilerini benimsemesi ve kullanması teşvik edilmelidir.[1163]
- Araştırma, girişimcilik ve yenilikçilik desteklenmelidir.[1164]
- Yapay zekâ girişimcilerine özel destekler verilmeli, finansmana erişimleri kolaylaştırılmalıdır.[1165]
- Fiyat rekabetinden teknoloji ve değer rekabetine geçiş sağlanmalıdır.[1166]
- TÜBİTAK BİGG gibi programlarla bireysel genç girişimciler desteklenmeli, fikir

[1156] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1157] Dr. Mehmet Haklıdır'ın 3 Şubat 2025 tarihli ve Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanakları, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1158] 20 Ocak 2025 tarihli ve 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanakları, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1159] Prof. Dr. Egemen Yılmaz'ın 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1160] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1161] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1162] İlker Kuruöz'ün 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1163] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1164] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1165] Prof. Dr. Şeref Sağıroğlu'nun 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1166] Mehmet Ali Tombalak'ın 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

aşamasından şirketleşmeye kadar olan süreçler kolaylaştırılmalıdır.[1167]

- TÜBİTAK ULAKBİM kapsamındaki TRUBA, belirli bir stratejik önceliklendirme yapılarak özel sektör katılımcılarının da kullanımına açılmalıdır.

3.2.2.5 Yapay Zekânın Sosyal Riskleri: İnsan-Makine İlişkileri ve Sosyal İzolasyon

3.2.2.5.1 İnsan-Makine İlişkileri

Riskin Tanımı:

YZ sistemleri, sesli asistanlardan sohbet botlarına bakım robotlarından sanal arkadaşlara kadar mahrem ve kişiler arası alanlara giderek daha fazla nüfuz ettikçe, insan-makine ilişkilerini ciddi sosyal riskler barındıracak biçimde dönüştürmektedir. YZ kullanıcılara kolaylık ve arkadaşlık sunarken; aynı zamanda duygusal yer değiştirme (emotional displacement), sosyal bağımlılık ve özgün insan bağlarının aşınması gibi olasılıkları da beraberinde getirmektedir.

Bu riskler, YZ sistemlerinin ilişki kurulabilir ortaklar (relational partners) olarak algılandığı durumlarda ortaya çıkar — özellikle bu sistemler duygusal tepkisellik (emotional responsiveness), insansı özellikler (anthropomorphic features) veya ikna edici davranışsal ipuçları (persuasive behavioral cues) ile tasarlandığında. Kullanıcılar, karşılık verme yetisine sahip olmayan makinelerle duygusal bağlar kurmaya başlayabilir; bu da gerçek insan ilişkilerine dair beklentilerin çarpıtılmasına ve psikolojik gelişimin — özellikle çocuklar ve yaşlılar açısından — olumsuz etkilenmesine neden olabilir[1168].

Ayrıca bir ikame riski de söz konusudur; burada YZ varlıkları daha önce insanlar tarafından üstlenilen sosyal rolleri — örneğin bakım verenler, öğretmenler, arkadaşlar, terapistler — devralır ve bu durum insanlar arası etkileşime olan ihtiyacı zayıflatabilir. Araştırmalar, YZ temelli kişisel asistanları (örneğin Alexa, Siri, Replika) sık kullanan bireylerin, özellikle yalnız olduklarında, gündelik sohbet, onaylanma veya arkadaşlık amacıyla bu sistemlere başvurduklarını göstermektedir[1169]. İlk bakışta zararsız gibi görülebilecek bu uzun vadeli bağımlılık, zamanla duygusal kopukluk, azalan empati ve gerçek dünyada sosyal bağ kurma motivasyonunun düşmesine yol açabilir.

[1167] Dr. Alp Eren Yurtseven'in 3 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1168] Turkle, S. (2011). Yalnız Birlikte: Neden Teknolojiden Daha Fazlasını, Birbirimizden Daha Azını Bekliyoruz (Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other). Basic Books.

[1169] Primack, B. A., Shensa, A., Sidani, J. E., Whaite, E. O., Lin, L. Y., Rosen, D., Colditz, J. B., Radovic, A., & Miller, E. (2017). Social media use and perceived social isolation among young adults in the U.S. American Journal of Preventive Medicine, 53(1), 1–8 (pmc.ncbi.nlm.nih.gov) (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

Bu tür etkilere karşı özellikle kırılgan gruplar, yaşlılar, sosyal olarak izole bireyler ve çocuklar daha savunmasızdır. Örneğin Japonya ve Güney Kore'de, yaşlanan nüfusa yönelik olarak robotik bakım sağlayıcıların ve sosyal robotların kullanımı artmaktadır — Paro adlı robotik foktan, huzurevlerinde görev yapan insansı asistanlara kadar. Bu teknolojiler kısa vadede yalnızlığı azaltabilse de eleştirmenler bunların gerçek sosyal ihtiyaçlara hitap etmeksizin bakım duygusunu taklit ettiğini; dolayısıyla insan temasını tamamlamak yerine ikame eden teknolojik bir palyatif bakıma (technological palliative care) yönelme riski taşıdığını savunmaktadır[1170].

Çin'de, 14. Beş Yıllık Plan kapsamında "akıllı yaşlı bakımı"na (intelligent eldercare) öncelik verilmiş ve yaşlı bireyler için robotik sistemlere ciddi yatırımlar yapılmıştır. Xiaoyi gibi arkadaş robotları ve ev tipi akıllı hoparlörler, artık aileler için duygusal destek araçları olarak pazarlanmaktadır[1171]. Ancak araştırmacılar, bu sistemlerin "nesiller arası sorumluluğun parçalanması"na neden olabileceği uyarısında bulunmakta; çocukların, geleneksel olarak yaşlanan ebeveynlerine sundukları duygusal emeği (emotional labor) dış kaynaklara devretmesine olanak sağladığını belirtmektedir[1172].

ABD ve Birleşik Krallık'ta, YZ destekli terapi botları (örneğin Woebot, Wysa, Tess) ve romantik sohbet arkadaşları, özellikle gençler ve psikolojik açıdan zorlanan bireyler arasında hızla yaygınlaşmaktadır[1173]. Bazı kullanıcılar bu sistemlerin teselli ve onay sağladığını belirtse de araştırmacılar duygusal aşırı bağımlılık (emotional overdependence) ve sahte yakınlık illüzyonu konularında ciddi endişeler dile getirmektedir. Bu sistemler çoğu zaman duygusal sınırlar hakkında yeterince şeffaf değildir ve sorunlu davranış kalıplarını — örneğin birlikte sürekli olumsuz düşünceler üzerinde yoğunlaşma (co-rumination) veya gerçek yaşam zorluklarından kaçınma— pekiştirme riski taşımaktadır[1174].

[1170] Sparrow, R., & Sparrow, L. (2006). Makinelerin Ellerinde mi? Yaşlı Bakımının Geleceği (In the hands of machines? The future of aged care). Minds and Machines, 16(2), 141–161. https://doi.org/10.1007/s11023-006-9030-6 (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1171] Zhao, Y., & Li, J. (2024). Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. Scientific Reports, 14, 9254. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1172] Zhao, Y., & Li, J. (2024). Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. Scientific Reports, 14, 9254. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1173] Primack, B. A., Shensa, A., Sidani, J. E., Whaite, E. O., Lin, L. Y., Rosen, D., Colditz, J. B., Radovic, A., & Miller, E. (2017). Social media use and perceived social isolation among young adults in the U.S. American Journal of Preventive Medicine, 53(1), 1–8. (pmc.ncbi.nlm.nih.gov) (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1174] Avrupa Komisyonu. (2023). Avrupa Parlamentosu ve Konseyine Sunulan Yapay Zekâya İlişkin Düzenleme Teklifi: Uyumlaştırılmış Kurallar (Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)). https://eur-lex.europa.eu (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

Dünyadaki ortak kaygı, bireylerin duygusal olarak erişilebilir makinelere alıştıkça; sosyal sürtünmeye, uzlaşmaya ve uzun vadeli insan ilişkilerine katılım kapasitesinin körelme tehlikesidir. YZ sistemleri her zaman erişilebilir, uyumlu ve yargılayıcı olmayan yapısıyla gerçek insanlardan ayrılır.

3.2.2.5.2 Yapay Zekâ Çağında Sosyal İzolasyon

Riskin Tanımı:

Özellikle sosyal etkileşimi taklit etmeye veya insan teması ihtiyacını azaltmaya yönelik tasarlanan YZ teknolojileri, giderek artan sosyal izolasyon düzeyleriyle ilişkilendirilmektedir. Bu sistemler yüzeysel yalnızlık hissini (surface-level loneliness) geçici olarak giderebilse de makine aracılı etkileşimlere aşırı bağımlılık topluluk bağlarını zayıflatabilir, kişilerarası becerileri köreltebilir ve kaçınma davranış kalıplarını teşvik edebilir.

Dijital etkileşimler, kişiselleştirilmiş öneri sistemleri, sosyal botlar ve konuşma ajanları (conversational agents) aracılığıyla daha sürtünmesiz ve duygusal olarak tatmin edici hale geldikçe, özellikle kaygı, travma ya da nöroçeşitlilik (neurodivergence) yaşayan bireyler için makine temelli etkileşimler, insan ilişkilerine kıyasla daha konforlu hale gelebilir[1175].

• Genç nüfusta, özellikle pandemi sonrası dönemde, "yapay zekâ yedek arkadaşlığı" (AI surrogate friendship) olgusu giderek yaygınlaşmaktadır — birçok genç ve ergen, duygusal destek, içini dökme (venting) hatta romantik rol yapma (romantic roleplay) amacıyla YZ arkadaşları kullanmaktadır. "Sanal arkadaş" olarak pazarlanan Replika adlı sohbet botunun dünya genelinde 10 milyondan fazla kullanıcısı bulunmaktadır ve bu kullanım özellikle izole olmuş ve depresyonda olan bireyler arasında artış göstermektedir[1176].

• Yaşlı nüfus da artan şekilde izole hâle gelmektedir; özellikle kentlerde veya tek başına yaşayan hanelerde bu durum daha belirgindir. Avrupa'da Pepper ve Paro gibi robotik arkadaşlar (robotic companions), yaşlı bakım ortamlarında kullanılmaktadır. Ancak eleştirmenler, "empatinin makinelere devredilmesi"nin, insan temelli bakım ağlarını sürdürme

[1175] Friedman, B., & Kahn, P. H. (1992). İnsan Ajansı ve Sorumlu Bilişim: Bilgisayar Sistemi Tasarımı İçin Çıkarımlar (Human agency and responsible computing: Implications for computer system design). Journal of Systems and Software, 17(1), 7–14. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016412129290075U?via%3Dihub (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1176] Centre for Data Ethics and Innovation (CDEI). (2020). Algoritmik Karar Alma Süreçlerinde Önyargı İncelemesi (Review into bias in algorithmic decision-making). Birleşik Krallık Hükûmeti. https://www.gov.uk/government/publications/cdei-publishes-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making/main-report-cdei-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making?utm_source=chatgpt.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

yönündeki motivasyonu zayıflattığını savunmaktadır[1177].

Çin'de kırsal-kentsel göç ve demografik dengesizlik, "geride bırakılmış yaşlılar" krizine yol açmıştır. Devletin YZ destekli akıllı yaşlı bakımı teşviki, bazı akademisyenler tarafından geleneksel aile temelli sosyal bakım yapılarının kaybını telafi etmeye yönelik bir araç olarak değerlendirilmektedir[1178].

ABD'de yalnızlık, ABD Genel Cerrahı (U.S. Surgeon General) tarafından bir "salgın" olarak tanımlanmıştır. İletişimi otomatikleştiren YZ sistemleri — örneğin sosyal kararlar alan akıllı hatipler (smart speakers making social decisions) ve sosyal içerikleri düzenleyen öneri sistemleri — yankı odalarını (echo chambers) pekiştirebilir ve anlamlı, çaba gerektiren bağları azaltabilir; böylece karşılıklılık (reciprocity), algoritmik kolaylık (algorithmic convenience) ile ikame edilebilir[1179].

YZ sosyal izolasyonun temel nedeni olmasa da kaçınma davranışlarını pekiştirip normalleştirebilir: sosyal ilişkilerde zorluk yaşayan bireyler, rahatsızlık duygusundan kaçınmak için YZ'ye başvurabilir; bu da insan ilişkilerini yeniden kurma olasılığını azaltır. Zamanla bu durum, topluluk uyumunun azalmasına, ruh sağlığı yükünün artmasına ve kolektif dayanıklılığın (collective resilience) zayıflamasına yol açabilir.

Ayrıca, YZ'nin emek ve bakım sistemlerine entegrasyonu, ekonomik açıdan kırılgan gruplar için sosyal temasın azalmasına neden olabilir — örneğin otomasyon nedeniyle işinden olan çalışanlar veya insan uzmanlar yerine YZ'den teleterapi hizmeti alan hastalar gibi. Sosyal sağlık, sosyal altyapıdan ayrı düşünülemez ve YZ gündelik yaşamda insanların — örneğin kasiyerler, resepsiyonistler, öğretmenler gibi — yerini aldığında, araştırmalara göre iyi oluş (well-being) için kritik önemde olan mikro-sosyal etkileşim fırsatlarını da ortadan kaldırmaktadır[1180].

[1177] Sparrow, R., & Sparrow, L. (2006). Makinelerin Ellerinde mi? Yaşlı Bakımının Geleceği (In the hands of machines? The future of aged care). Minds and Machines, 16(2), 141–161. https://doi.org/10.1007/s11023-006-9030-6 (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1178] Zhao, Y., & Li, J. (2024). Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. Scientific Reports, 14, 9254. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1179] ABD Genel Cerrahı. (2023). Yalnızlık ve İzolasyon Salgınımız: Sosyal Bağ ve Toplulukların İyileştirici Etkilerine Dair Tavsiye (Our Epidemic of Loneliness and Isolation: The U.S. Surgeon General's Advisory on the Healing Effects of Social Connection and Community). ABD Sağlık ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. https://www.hhs.gov/surgeongeneral/priorities/index.html (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1180] Saffer, D. (2013). Mikro etkileşimler: Ayrıntılarla tasarım (Microinteractions: Designing with Details). O'Reilly Media. (ISBN: 978-1449342685).

3.2.2.5.3 İnsan-Makine İlişkileri ve İzolasyona Dair Sosyal Risklerin Azaltılması

YZ'nin duygusal bağımlılık, sosyal kopukluk ve izolasyon gibi sosyal risklerini ele almak; politika güvenceleri, etik tasarım ilkeleri ve kültürel-eğitsel müdahalelerin bir arada uygulanmasını gerektirir. Buradaki amaç, YZ'yi ilişkisel bağlamlardan tamamen çıkarmak değil; insan bağlılığını ikame etmeyen, aksine onu güçlendiren biçimde entegre etmektir.

1. Etik ve İnsan Merkezli Tasarım (Ethical and Human-Centered Design) İnsanlarla etkileşime giren YZ sistemleri, toplumsal iyi oluşu önceleyen tasarım ilkeleri doğrultusunda yönlendirilmelidir. Bu ilkeler şunları kapsar:

- **İlişkisel sınırların şeffaflığı (transparency of relational boundaries):** YZ arkadaşları ve botlar, insan olmadıklarını açıkça beyan etmeli; "empati", "sevgi" veya "bakım" sundukları izlenimini yaratmaları, bu niteliklerin yalnızca bir simülasyon olduğunun açıkça belirtilmediği durumlarda yasaklanmalıdır[1181].
- **Hayal kırıklığına dayanıklı kullanıcı deneyimi tasarımı (frustration-tolerant UX design):** Geliştiriciler, tüm duygusal sürtünmeleri ortadan kaldırmak yerine, sistemlerin kullanıcıyı nazikçe insan ilişkilerine yönlendirmesini sağlayacak yolları göz önünde bulundurmalıdır. Örneğin, bir robot ya da sohbet botu, uzun süreli kullanım sonrası kullanıcıyı gerçek bir arkadaşıyla iletişim kurmaya veya grup etkinliklerine katılmaya teşvik edebilir[1182].
- **Mahremiyet modellemesine sınırlamalar (limits on intimacy modeling):** Özellikle kırılgan gruplarla (çocuklar, yaşlılar, depresyon yaşayanlar) kullanılan duygusal YZ araçları (emotional AI tools), bir uzman denetimi olmaksızın derin duygusal taklitten kaçınmalıdır.

2. Düzenleyici ve Politik Çerçeveler (Regulatory and Policy Frameworks) Devletler ve denetim kurumları, sosyal alanlarda işlev gören YZ sistemlerine yönelik etik sınırlamalar getirmeye başlamıştır:

- AB Yapay Zekâ Tüzüğü duygusal manipülasyon (emotional manipulation), sosyal puanlama (social scoring) veya bakım hizmetleri için kullanılan YZ sistemlerini "yüksek

[1181] Turkle, S. (2011). Yalnız Birlikte: Neden Teknolojiden Daha Fazlasını, Birbirimizden Daha Azını Bekliyoruz (Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other). Basic Books.

[1182] Darling, K. (2015). "Johnny Kim?": İnsan-Robot Etkileşiminde Antropomorfik Çerçeveleme, Entegrasyon ve Politika ("Who's Johnny?" Anthropomorphic framing in human–robot interaction, integration, and policy). R. Calo, A. M. Froomkin, & I. Kerr (Ed.), Robot Law içinde (s. 3–20). Edward Elgar Publishing.

riskli" olarak sınıflandırmakta ve uygunluk değerlendirmesine tabi tutmaktadır[1183].

● Birleşik Krallık'taki Veri Etiği ve İnovasyon Merkezi (Centre for Data Ethics and Innovation – CDEI), duygusal olarak tepkisel YZ'nin gözden geçirilmesini önermiş; kullanıcıların yanıltıcı yakınlık (illusory intimacy) ve aşırı bağımlılıktan korunmasının gerekliliğini vurgulamıştır[1184].

● Çin'de, devlet akıllı yaşlı bakımı uygulamalarını desteklerken, Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı tarafından yayımlanan yeni yönergeler, yaşlı bakım robotlarının insan bakımını tamamlaması gerektiğini, onu ikame etmemesi gerektiğini ve psikososyal etki değerlendirmesine tabi tutulmalarını zorunlu kılmaktadır[1185].

● ABD Sağlık Bakanlığının 2023 tarihli Sosyal Bağ Danışmanlığı Raporu (U.S. Surgeon General's Advisory on Social Connection), teknoloji denetimlerinin yapılmasını ve şirketlerin bireysel etkileşimi değil topluluk inşasını (community building) destekleyen sistemler tasarlamaları yönünde teşvik edilmesini önermektedir[1186].

3. İnsan Temelli Sosyal Altyapının Güçlendirilmesi

İzolasyonla mücadele yalnızca teknoloji düzenlemeleriyle sınırlı değildir; çevrimdışı sosyal sistemlerin ve insan ilişkilerinin yeniden inşasını da kapsar:

● Toplum temelli programlara — örneğin kuşaklar arası bakım merkezleri, halk kütüphaneleri, ortak yaşam alanları gibi — yatırım yapılması, teknoloji kaynaklı izolasyonun etkilerini dengeleyebilir.

● Bakım ve eğitim alanlarında YZ-insan hibrit modellerinin (hybrid AI-human models) teşvik edilmesi hem anlamlı istihdamı hem de insan bağlarının sürdürülebilirliğini destekler. Örneğin robotların eğitimli gönüllülerle eşleştirilmesi veya YZ'nin insan terapistleri

[1183] Avrupa Komisyonu. (2023). Avrupa Parlamentosu ve Konseyine Sunulan Yapay Zekâya İlişkin Düzenleme Teklifi: Uyumlaştırılmış Kurallar (Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)). https://eur-lex.europa.eu (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

[1184] Centre for Data Ethics and Innovation (CDEI). (2020). Algoritmik Karar Alma Süreçlerinde Önyargı İncelemesi (Review into bias in algorithmic decision-making). Birleşik Krallık Hükûmeti. https://www.gov.uk/government/publications/cdei-publishes-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making/main-report-cdei-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making?utm_source=chatgpt.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

[1185] Zhao, Y., & Li, J. (2024). Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. Scientific Reports, 14, 9254. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

[1186] ABD Genel Cerrahı. (2023). Yalnızlık ve İzolasyon Salgınımız: Sosyal Bağ ve Toplulukların İyileştirici Etkilerine Dair Tavsiye (Our Epidemic of Loneliness and Isolation: The U.S. Surgeon General's Advisory on the Healing Effects of Social Connection and Community). ABD Sağlık ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. https://www.hhs.gov/surgeongeneral/priorities/index.html (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

tamamlayıcı biçimde desteklemesi[1187].

● Duygusal olarak hassas ilişkisel rollerde (örneğin terapi botları, bakım ajanları) YZ kullanan şirketlerin, toplumsal ruh sağlığı girişimlerine veya sosyal uyum araştırmalarına kaynak ayırmaları, lisanslama şartı olarak zorunlu kılınmalıdır.

4. Eğitim ve Dijital Okuryazarlık (Education and Digital Literacy)

● İlişkisel YZ okuryazarlığı (relational AI literacy), okullarda ve sosyal hizmet eğitimi programlarında yer almalı; bireylerin duygusal olarak tepkisel makinelerin hem olanaklarını hem de sınırlılıklarını kavrayabilmesini sağlamalıdır[1188].

● Kamuya yönelik kampanyalarla, YZ'nin iyi oluşu destekleyebileceği; ancak yalnızca insanların özgün bağlar kurabileceği, empati hissedebileceği ve etik sorumluluklar üstlenebileceği anlatılmalıdır[1189].

● Sigara karşıtlığı kampanyaları veya dijital sağlık farkındalığı (digital well-being) kampanyalarına benzer kamuya açık medya çalışmaları başlatılmalıdır: örneğin, "YZ bir araçtır, arkadaş değil."

YZ'nin toplumsal değerler üzerine temellendirilmiş biçimde uygulanması, insan kurumlarının güçlendirilmesi ve duygusal tasarımda şeffaflık talep edilmesi sayesinde; yapay zekâ konusunda doygunluğa ulaşmış bir dünyada bile, insan ilişkilerini ikame edilemez kılan temel özellikleri korumak mümkündür.

3.2.2.6 Yapay Zekânın Sosyal Riskleri: Dezenformasyon, Manipülasyon ve Güven Krizi

3.2.2.6.1 Yapay Zekâ Kaynaklı Dezenformasyon

Riskin Tanımı:

YZ alanındaki hızlı gelişmeler—özellikle üretken modeller—yanlış bilgi ve kasıtlı dezenformasyon üretimini ve yayılımını büyük ölçüde hızlandırmıştır. WEF'in 2024 küresel riskler raporuna göre bu, kısa vadeli en büyük küresel tehdit olarak sıralanmıştır[1190]. YZ ile oluşturulan derin sahte videolar, görüntüler veya sesler (deepfakes) ve otomatik bot ağları,

[1187] Sparrow, R., & Sparrow, L. (2006). Makinelerin Ellerinde mi? Yaşlı Bakımının Geleceği (In the hands of machines? The future of aged care). Minds and Machines, 16(2), 141–161. https://doi.org/10.1007/s11023-006-9030-6 (Erişim Tarihi: 16.07.2025).

[1188] Turkle, S. (2011). Yalnız Birlikte: Neden Teknolojiden Daha Fazlasını, Birbirimizden Daha Azını Bekliyoruz (Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other). Basic Books.

[1189] Primack, B. A., Shensa, A., Sidani, J. E., Whaite, E. O., Lin, L. Y., Rosen, D., Colditz, J. B., Radovic, A., & Miller, E. (2017). Social media use and perceived social isolation among young adults in the U.S. American Journal of Preventive Medicine, 53(1), 1–8. (pmc.ncbi.nlm.nih.gov) (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1190] Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (*Global Risks Report 2024 – Press Release*). https://www.weforum.org (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

yanlış anlatıları benzeri görülmemiş boyutlarda yayabilmektedir. Örneğin, 2024 başlarında ABD'de Başkan Biden'ın seçmenleri oy vermemeye teşvik ettiği iddia edilen bir derin sahte ses kaydı ortaya çıkmış; bu YZ destekli klip, seçim katılımı üzerinde ciddi endişeler yaratmıştır[1191]. Böyle YZ'ye dayalı yanlışlar, toplumda kafa karışıklığına neden olabilir, kutuplaşmayı derinleştirebilir ve huzursuzluk yaratabilir.

Dünya genelinde kötü niyetli aktörler, ikna edici sahte haberler veya videolar üretmek için YZ'yi kullanmakta, bu da medya güvenini zayıflatmaktadır. Bölgede farklı tehlikeler öne çıkmaktadır:

● ABD'de, Biden derin sahte örneğinin ötesinde, resmi makamlar seçimlere müdahale konusunda endişelidir. Çünkü 2016 ve 2020 seçimlerinde yabancı aktörlerin sosyal medyayı dezenformasyon amaçlı kullandıkları görülmüştür[1192].

● Birleşik Krallık'ta, 2024 Ofcom araştırması, 16 yaş ve üzeri bireylerin yüzde 43'ünün son altı ayda en az bir derin sahte içerikle karşılaştığını, ancak yalnızca onda birinin bunu fark edebildiğini göstermiştir[1193]. Bu içerik bolluğu, halkı yanıltılmaya açık hâle getirmektedir.

● Avrupa'da, yaklaşan seçimler nedeniyle yetkililer alarmda; sahte bilgiyle sosyal huzursuzluk yaratılması ana endişe kaynağıdır[1194]. AB, demokratik süreci hedef alan Rusya kaynaklı YZ destekli dezenformasyon dalgalarıyla karşı karşıyadır.

● Çin'de, içerik denetimi iki yönlüdür: 2023'te çıkarılan "Deep Synthesis" yönetmeliği, YZ ile oluşturulan içeriklerin açıkça etiketlenmesini ve sosyal düzene zarar verecek sahte haber kullanımını yasaklamayı zorunlu kılmıştır[1195]. Öte yandan, Çin'e bağlı aktörler, Tayvan gibi yerlerde nüfuz operasyonları için derin sahte videolar üretmektedir[1196].

[1191] Ulusal Telekomünikasyon ve Bilgi İdaresi. (2023). Açık temel modellerin riskleri – Toplumsal riskler ve iyi oluş (*Risks of open foundation models – Societal risks and well-being*). ABD Ticaret Bakanlığı. https://www.ntia.gov (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1192] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1193] Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1194] Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (*Global Risks Report 2024 – Press Release*). https://www.weforum.org (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1195] Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (*Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services*). http://www.cac.gov.cn (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1196] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens*

KısacasıYZ kaynaklı dezenformasyon bilgi ekosistemine küresel bir tehdittir. Toplumun gördüklerine ya da duyduklarına güvenini sarsarak demokrasi, kamu sağlığı ve güvenlik açısından ciddi sonuçlara yol açabilir.

Riskleri Azaltma Yöntemleri:

Bu tehditle mücadele etmek için teknoloji, politika ve eğitim alanlarında eşzamanlı adımlar atılmalıdır:

- **Teknolojik Çözümler:**

Şirketler derin sahte içerikleri tespit edecek araçlar geliştirmektedir. Örneğin, YZ içeriklerde dijital filigran veya meta veri ekleyebilir; platformlar, algoritmalar ve insan denetimleri bu sahte içerikleri saptamaya çalışmaktadır[1197].

Politika ve Düzenlemeler:

○ AB'de, 2022 tarihli Dezenformasyon Uygulama İlkeleri (Code of Practice) Dijital Hizmetler Yasası (DSA) ile zorlayıcı hâle gelmiştir. Büyük platformlar sistemik riskleri değerlendirmek ve önlemek zorunda bırakılmıştır[1198]. YZ Yasası; YZ üretimi içeriği açıkça etiketlemeyi, manipulatif tekniklerle kişileri etkilemeyi yasaklamayı hedeflemektedir[1199].

○ İç Güvenlik ve Dışişleri Bakanlıkları, yabancı aktörlerin dezenformasyon ve derin sahte saldırılarına karşı birimler kurmuştur[1200]. Kongre, DEEPFAKES Accountability Yasası gibi düzenlemeleri gündeme getirmektedir; bazı eyaletler (örneğin Kaliforniya, Teksas), seçim döneminde kötü amaçlı derin sahte kullanımını yasaklamıştır.

○ Birleşik Krallık'ta, 2023 Online Güvenlik Yasası, platformları yasa dışı içerikleri kaldırmaya zorlamaktadır; çocuk güvenliği açısından riskli içerik için değerlendirmeler istemektedir. Ofcom, sahte içeriklere karşı kullanıcı doğrulama, medyayı etiketleme ve içerik denetimi önerisinde bulunmaktadır[1201]. Ayrıca, rızasız pornografik derin sahte içerikler suç

---

from AI manipulation) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1197] German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1198] Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (*Global Risks Report 2024 – Press Release*). https://www.weforum.org (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1199] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1200] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1201] Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn.

kapsamına alınmıştır.

○ **Çin**, 2023 Deep Synthesis yönetmeliğiyle YZ içerik sağlayıcılarını kullanıcı kimliklerini doğrulamaya ve içerikleri etiketlemeye zorlamıştır[1202].

● **Sektörler Arası İş Birliği ve Toplum Katılımı:** Medya kuruluşları özgün fotoğraf ve videoları kriptografik imzalarla doğrulamaktadır; sivil toplum kuruluşları viral dezenformasyonu çürütmek için doğrulama ağları kurmaktadır. Dijital okuryazarlık çalışmaları, halkın kaynakları nasıl kontrol edebileceğini, derin sahte veya bot destekli dezenformasyonun belirtilerini öğrenmesini sağlamaktadır[1203].

Hiçbir yöntem tek başına etkili olmayabilir. Ama şeffaf teknolojiler, akılcı düzenlemeler, platform sorumluluğu ve kullanıcı eğitimi, YZ destekli dezenformasyonun etkilerini azaltmak için en güçlü kombinasyonu oluşturur. Ayrıca, dezenformasyonun ülkeler ötesi etkisini göz önünde bulundurarak politika yapıcıların uluslararası işbirliğini teşvik etmesi büyük önem taşımaktadır.

3.2.2.6.2 Yapay Zekâ Kaynaklı Manipülasyon

Riskin Tanımı:

Kesin yanlış bilgiden öte, YZ insan davranışları ve görüşleri üzerinde manipülasyon yaparak toplumsal bir risk teşkil etmektedir. YZ sistemleri farkında olmadan tercihlerin şekillendirilmesine – gördüğümüz içeriklerin özenle seçilmesi, duygulara yönelik yönlendirme veya mesajların mikro hedefleme yoluyla iletilmesi – katkı sağlayarak bireysel özerkliği ve demokratik süreçleri zayıflatabilir.

Günümüz sosyal medya algoritmaları, YZ ile desteklenen bir biçimde "kullanıcının en çok etkileşimde bulunabileceği içerikleri" sunacak şekilde tasarlanır; bu durum yankı odaları oluşumuna sebep olur ve kâr amacıyla aşırı uçtaki içerikleri yaygınlaştırır[1204]. Bu algoritmik artırım, öfke, korku ya da önyargı teyidi gibi psikolojik tetikleyicileri kullanarak dikkat ve

---

https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025) German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1202] Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (*Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services*). http://www.cac.gov.cn (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1203] German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1204] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

duygular üzerinden manipülasyon yapar. Brookings araştırmacılarının belirttiğine göre, kişiselleştirilmiş akışlar doğrulayıcı önyargıyı güçlendirebilir ve kutuplaşmayı derinleştirebilir — bu da örneğin 6 Ocak 2021'de ABD Kongre baskınının arkasında yatan gerilime katkıda bulunmuştur.

● Avrupa'da, bu tür manipülatif yapay zekâ uygulamalarını kesin olarak yasaklama çabaları sürmektedir. AB YZ Yasası taslağı, "belirli grupların savunmasızlığını fırsata çevirecek" ya da bilinçaltıyla davranışı ciddi ölçüde çarpıtacak sistemleri yasaklamayı amaçlamaktadır.[1205].

● ABD'de, manipülasyon endişeleri özellikle siyasi reklamlar ve sosyal medyaya odaklanıyor. Mikro hedeflenmiş siyasi reklamlarla belirli demografiye yanıltıcı bilgi sunulabilmektedir — örneğin bazı azınlık gruplarını oy kullanmaktan caydıracak içerikler.

● Birleşik Krallık'ta, Cambridge Analytica skandalından sonra düzenleyiciler ve akademisyenler "duygusal yapay zekâ" (emotional AI) sistemlerinin manipülatif potansiyelini incelemektedir[1206]. 2023'te yayımlanan YZ düzenlemesinde adalet ve şeffaflığa vurgu yer almaktadır; zira manipülasyon kamu güvenini ve bireysel hakları zayıflatmaktadır.

● Çin'de, hükümet istikrarı sağlamak adına YZ ile yapay zekâyla sosyal manipülasyon yapmaktadır. Uygulamalardaki algoritmalar onaylı içerikleri öne çıkarırken dissensi bastırarak kamusal görüşü şekillendirmektedir[1207]. Devlet aktörlerinin Batı platformlarında YZ botlar ve derin sahte videolar kullanarak yabancı kamuoyunu etkileme çabası içinde olduğu dile getirilimektedir.

Her bağlamda ortak risk, YZ destekli manipülasyonun bireysel iradeyi zayıflatmasıdır. İnsanlar kararlarının ya da bakış açılarılarının görünmeyen YZ optimizasyonları tarafından yönlendirildiğini fark etmeyebilir; bu, zaman içinde demokratik tartışmayı aşındırabilmekte, toplumsal bölünmeleri derinleştirebilmekte ve insan özerkliğini güçlü biçimde zayıflatabilmektedir.

[1205] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1206] Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (*Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services*). http://www.cac.gov.cn (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1207] Jamestown Vakfı. (2024). Çin özelliklerine sahip derin sahte içerikler: Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2024'teki etki operasyonları (*Deepfakes with Chinese characteristics: PRC influence operations in 2024*) (Lin, J.). https://jamestown.org/wp-content/uploads/2024/03/CB-V-24-Issue-7-March-29.pdf? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

Risk Azaltma Yöntemleri:

Zararlı YZ destekli manipülasyonu önlemek için dijital ortamda şeffaflık, tercih ve adalet ilkelerini koruyacak adımlar gereklidir:

- **Yasal ve Düzenleyici Uygulamalar:**

○ AB'de, YZ Yasası psikolojik açıdan insanları aldatacak veya baskı altına alacak sistemleri yasaklamayı planlamaktadır ve AB Siyasi Reklam Düzenlemesi, mikro hedefli reklamlara şeffaflık getirmeyi ve hassas kişisel verinin kullanımını sınırlamayı hedeflemektedir[1208].

○ ABD'de, önerilen American Data Privacy and Protection Act kişisel veri toplama sınırları getirmektedir ve ayrımcılık temelli hedeflemeyi yasaklamaktadır. Kongre'de Banning Microtargeted Political Ads Act ve Social Media NUDGE Act gibi yasalar zararlı içerik yayılımını azaltmayı amaçlamaktadır[1209].

- **Platform Sorumluluğu:**

○ Bazı platformlar (örneğin Twitter/X, Meta) geçici siyasi reklam yasakları ya da hassas özelliklere dayalı mikro hedeflemeyi sınırlama uygulamıştır; ancak bu özdenetim dalgalı ilerlemektedir[1210].

○ **Ofcom,** Online Safety Act kapsamında platformları algoritmik zararı azaltacak politikalar uygulamaya ve kullanıcıların öneri sistemleri üzerindeki kontrolünü artırmaya teşvik etmektedir[1211].

○ ABD'de bağımsız uzmanlardan oluşan bir dijital düzenleyici ajans önerilmektedir.; Bu ajans sosyal medyayı denetleyip anti-manipülasyon standartlarını uygulayacaktır[1212].

○ **Yapay Zekâ Etiği Çerçeveleri:** OECD AI İlkeleri ve ABD YZ Hakları Bildirisi

[1208] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1209] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1210] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1211] Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (*Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services*). http://www.cac.gov.cn (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1212] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

gibi etik belgeler insan iradesi, şeffaflık ve veri onurunu vurgulamaktadır[1213]. Bu çerçeveler politika uygulamalarına rehberlik edebilir.

- **Kullanıcı Güçlendirme:**

○ Bot açıklamasını zorunlu kılan politikalar (örneğin sohbet botlarının kendini tanıtması), gizli etkilenmeyi azaltmaya yardımcı olmaktadır[1214].

○ Dijital okuryazarlık programları halka duygusal manipülasyon taktiklerini tanımayı ve yankı odalarından uzak durmayı öğretmektedir. "Eleştirel tüketim" ve "aşı teorisi" gibi eğitim müdahaleleri, manipülasyon mantığını öğretip toplumsal bağışıklık oluşturmayı amaçlar; psikolojik araştırmalarda etkisi kanıtlanmıştır[1215].

3.2.2.6.3 Dijital Çağda Güven Krizi

Riskin Tanımı:

YZ kaynaklı dezenformasyon ve manipülasyon uygulamalarının yaygınlaşması, toplumda güven krizine yol açmaktadır. Bu, bilgiye, kurumlara hatta gerçekliğe dair güvenin sarsılması anlamına gelmektedir.

Bir kişi artık karşılaştığı bir videonun ya da ses kaydının gerçekliğinden ve algoritmaların sunduğu içeriğin tarafsızlığından emin olamaz hale gelirse, dijital ortamın bütünlüğüne ilişkin derin bir kuşku başlamaktadır. 2024'te Birleşik Krallık'ta yapılan bir araştırmada katılımcıların %90'dan fazlası derin sahte içeriklerin yayılmasından kaygı duyduğunu belirtmiş; çünkü "görmek artık inanmak anlamına gelmiyor" görüşü yaygınlaşmıştır. ABD'de ise medyaya ve çevrimiçi bilgilere duyulan güven hızla düşmektedir.; Bir ankette yalnızca %8 oranında katılımcı "kitle iletişim araçlarına büyük oranda güveniyorum" demiştir, %36'sı ise hiç güvenmediğini ifade etmiştir — ki bu oranlar YZ kaynaklı sahte içerik patlamasından önce ortaya çıkmıştır[1216].

2023'te Hong Kong'da bir derin sahte video dolandırıcılığı gerçekleşmiştir. Kurban

---

[1213] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1214] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1215] Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (*Global Risks Report 2024 – Press Release*). https://www.weforum.org (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1216] Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

olan finans çalışanı, şirket yöneticilerinin YZ ile oluşturulan ses ve görüntü taklitlerini görünce 25 milyon dolar havale etmiştir. Bu durum, güvenin yalnızca kamusal söylemi değil, ticari, hukuki ve kişiler arası ilişkileri de nasıl etkilediğini göstermektedir.

Toplumsal düzeyde, sürekli yanlış bilgi akışı bireylerde sinizm ve ilgisizliğe yol açmaktadır. Çelişkili iddialar ve sahte içerikler içinde boğulan bireyler, seçim sonuçlarına, sağlık önerilerine, hukuki kararlara ya da gazetecilik ürünlerine güvenmemeye başlayabilir. Bu durum kurumlara olan derin bir güvensizlik yaratarak demokrasi ve toplumsal uyum açısından ciddi tehditlere neden olmaktadır.

Ayrıca, YZ'ye karşı güven kaybı riski de doğmaktadır. Halk, YZ'yi dolandırıcılık, önyargı veya şeffaf olmayan süreçlerle ilişkilendirmeye başlarsa; tıbbi teşhis, otomatik çeviri gibi yararlı uygulamalara bile tepki gelişebilmektedir. German Marshall Fund'un uyardığı gibi, güvenilmez YZ'nin sınırsız kullanımı "YZ'nin yeteneklerine karşı kuşkuculuğa yol açabilir – teknoloji ötesine uzanan bir güven krizine" neden olabilmektedir.[1217]

Çin'de dijital sistemlere güven devlet tarafından yukarıdan aşağı yönetilmektedir. YZ içeriğin sıkı etiketlenmesiyle iç düzen korunmaktadır[1218], ama halk arasında yayılacak bir derin sahte içerik devlet hızlı müdahale etmezse ciddi güven kaybına yol açabilir.

Uluslararası düzeyde ise durum daha karmaşıktır. Sahte savaş suçu görüntüleri ya da diplomat ifadelerine ait derin sahte içerikler sınırları aşarak küresel ilişkileri zedeleyebilir, devletler ve halklar arasında güvensizlik tohumları ekebilir.

Risk Azaltma Stratejileri:

YZ çağında güveni yeniden tesis etmek hayati önemdedir. İşte önemli başlıklar:

- **Doğrulama ve Kaynak İzleme Araçları:**

○ İçerik Kaynağı ve Otantiklik Koalisyonu (C2PA) gibi kuruluşlar, kriptografik filigran ve dijital imzalar geliştirerek içeriğin doğruluğunu sağlamaya çalışmaktadır ve ortaya çıkan yazılım araçları, YZ ile oluşturulan içeriklere görünmeyen sinyaller ekleyerek platformların veya araçların bu içerikleri tespit etmesine imkân sunmaktadır[1219]

○ Blockchain ve dağıtık defter teknolojileri, medya kaynakları hakkındaki kalıcı

[1217] German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1218] Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (*Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services*). http://www.cac.gov.cn (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1219] German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

kayıtlar için araştırılmaktadır.[1220]

- **Hukuki Caydırıcılık:**

○ Birçok bölgede kimlik dolandırıcılığı, seçim müdahalesi veya rızasız pornografi gibi alanlarda YZ uygulamaları suç kapsamına alınmaktadır[1221].

○ Derin sahte içeriklerle verilen zarara — hem duygusal hem itibar kaybına — yönelik cezalar, toplumun gerçeği savunacağı mesajını net biçimde vermektedir.

- **Kurumsal Şeffaflık ve Yapay Zekâ Yönetişimi[1222]:**

○ Devletler, kamu hizmetlerinde (örneğin adalet sistemi, sağlık, sosyal yardımlar) kullanıma sunulan YZ sistemleri için etki değerlendirmeleri ve bağımsız denetimleri zorunlu kılmalıdır.

○ Karar alma sistemlerinin açıklanabilir ve etkilenen kişiler tarafından itiraz edilebilir olması gerekir.

○ AB ve ABD düzenleyicileri, adalet, belge gerekliliği ve insan gözetimine dayalı hesap verebilirlik sistemleri uygulamaya başlamıştır.

- **Vatandaş Katılımı ve Medya Okuryazarlığı[1223]:**

○ Vatandaşlara şüpheli içerikleri tespit etme, paylaşılan iddiaları sorgulama ve doğrulama araçlarını kullanma eğitimi vererek dezenformasyona karşı direnç kazandırmak önemlidir**.**

○ "Aşı" (inoculation) stratejileri, manipülasyon biçimleri hakkında bireylere önceden bilgi vererek eleştirel düşünme ve dijital öz savunma becerilerini güçlendirmektedir.

- **Sorumlu Yapay Zekâ Kullanımı:**

○ Devletler veya firmalar YZ'nin şeffaflığı artırma konusunda nasıl katkı sunduğunu sergilemelidir. Örneğin yolsuzluğu açığa çıkarma ya da tedarik zincirini takip edilebilir kılma gibi. Bu sayede "YZ sadece tehdit değil" söylemi dengelenir[1224].

[1220] Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1221] Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1222] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1223] Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (*Global Risks Report 2024 – Press Release*). https://www.weforum.org (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1224] Dünya Ekonomik Forumu. (2025, Ocak). Yapay zekâ çağında benzersiz insan becerilerini nasıl öne çıkarabiliriz (*How we can elevate uniquely human skills in the age of AI*) (Stratton, J.).

○ Kamu yararına denetlenmiş, güvenilir YZ uygulamalarının gösterilmesi sosyal güveni yeniden tesis etmeye yardımcı olabilir[1225].

- **Uluslararası Koordinasyon:**

○ G7, OECD, Avrupa Konseyi gibi platformlar devlet davranışları için normlar belirlemeye başlamıştır; diplomasi ya da askeri psikolojik operasyonlarda derin sahte kullanımını yasaklamak örneğinde olduğu gibi.[1226]

Hükümet iletişiminde, askeri brifinglerde ve kamu hizmetlerinde yapay zekâ kullanımının şeffaf olması, kuşkuculuğa karşı güçlü bir cevap sunar.

3.2.3 Güvenlik Riskleri

YZ sistemleri, kamu hizmetlerinden kritik altyapılara kadar farklı alanlarda karar destek mekanizmalarına entegre edilmektedir. Bu teknolojilerin hızla evrilmesi YZ sistemlerine yönelik saldırı yüzeyinin genişlemesine neden olmakta; kamu güvenliği, veri mahremiyeti ve kurumsal hizmetin sürekliliği açısından risklerin hem niceliksel hem de niteliksel olarak artmasına yol açmaktadır. YZ sistemlerinin hem siber saldırıların hedefi olabileceği hem de bu saldırıların bir aracı olarak kullanılabileceği çift taraflı bir risk yapısı bulunmaktadır. YZ'ye yönelik tehdit ortamı, gelişmekte olan ve karmaşık niteliklere sahip olup mevcut geleneksel siber güvenlik yaklaşımları tarafından etkin bir biçimde karşılanamamaktadır.

Saldırganlar, özellikle YZ dağıtım ortamlarının özgün güvenlik açıklarını hedefleyerek, YZ sistemlerinin altyapısına yönelik saldırılar gerçekleştirmektedir. YZ altyapısında meydana gelen ihlaller, çoklu sistem ve kullanıcıları eşzamanlı olarak etkileyebilen kademeli ve zincirleme zararlar doğurabilmektedir. Bu bağlamda saldırganlar model eğitim süreçleri, model mimarileri, eğitim veri setleri ve konfigürasyon parametrelerini hedef alan gelişmiş operasyonlar yürütebilmekte; yüksek maliyetli hesaplama kaynaklarını kötüye kullanabilmekte, veri sızıntısı ve model çalma gibi saldırılar gerçekleştirebilmekte veya farklı saldırı vektörleri üzerinden nihai hedeflere ulaşabilmektedir. YZ modellerinin,

---

https://www.weforum.org/stories/2025/01/elevating-uniquely-human-skills-in-the-age-of-ai/ (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1225] Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

[1226] OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions? (Erişim Tarihi: 16.07.2025) Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com (Erişim Tarihi: 16.07.2025)

sistemlerinin ve uygulamalarının maruz kaldığı güvenlik risklerinin, YZ geliştirme yaşam döngüsünde sistematik olarak ele alınmamasının göz ardı edilen kritik bir unsur olduğu değerlendirilmelidir. Gelinen noktada YZ sistemlerine yönelik saldırıların mevcut durumu ile bu saldırıların YZ güvenliği ve mahremiyetine ilişkin oluşturduğu risklerin kapsamlı bir şekilde incelenmesi büyük bir önem arz etmektedir.

3.2.3.1 Veri Kaynaklı Güvenlik Riskleri

Büyük verinin kullanılabilirliği ve yaygın uygulamaları, tahmin ve karar alma verimliliğini ve doğruluğunu artırma ve ayrıca hesaplama maliyetlerini en aza indirme hedefleri ile YZ alanının büyümesini önemli ölçüde etkilemektedir. Ancak, YZ sistemlerini eğitmek için kullanılan verinin büyük kısmı hassas bilgi içermektedir. YZ'nin çeşitli alanlara entegrasyonu, verilerin mahremiyeti ve güvenliğiyle ilgili endişeleri önemli ölçüde artırmaktadır. Bu bölümde veriden kaynaklı tehditlere ve güvenlik sorunlarına genel bir bakış sunulmaktadır.

3.2.3.1.1 Veri Zehirlenmesi

Veri odaklı hizmetlerin yaygın olarak devreye alınmasıyla birlikte, veri hacimlerine olan talep artmaktadır. Birçok uygulama veri toplama sürecinde güvenilir insan denetiminden yoksundur ve bu da toplanan verilerin düşük kaliteli veriler veya hatta kötü amaçlı veriler içermesine neden olmaktadır. Bu düşük kaliteli veya kötü amaçlı veri, YZ sistemlerinin potansiyel olarak birçok güvenlik sorunuyla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Eğitim verisi internet, devlet veri tabanları ve üçüncü taraf veri sağlayıcıları gibi çeşitli kaynaklardan gelebilmektedir. Makine öğrenmesinin eğitim aşamasındaki ana güvenlik tehditlerinden biri, eğitim verilerini zehirleyerek ortaya çıkan modeli çarpık veya kullanılamaz hale getirip model bütünlüğünü tehlikeye atan veri zehirleme saldırılarıdır. Kötü niyetli aktörler, bu eğitim veri kümelerine yanlış veya taraflı veri noktaları enjekte ederek bir modelin davranışını değiştirebilir.

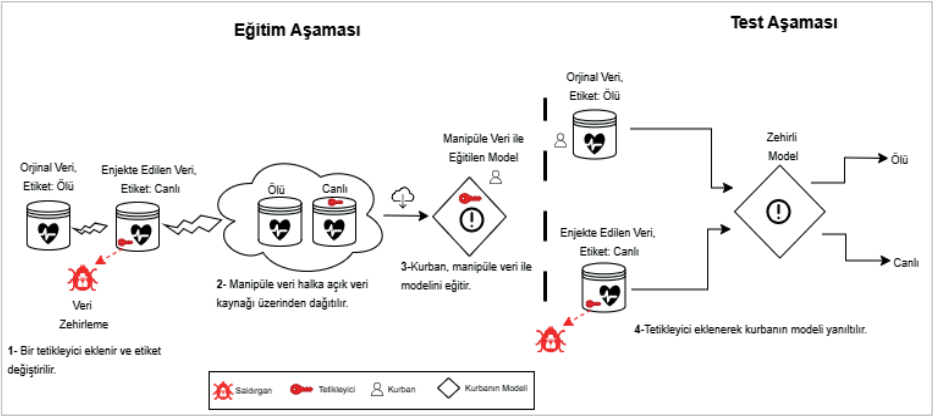
Veri zehirleme saldırıları, aşağıdaki iki hedeften birine ulaşmak için eğitim örneklerini veya model mimarisini manipüle etmeyi amaçlamaktadır:[1227]

- belirli bir etiketle ilişkilendirilen sonraki giriş verilerinin yanlış sınıflandırılmasına neden olmak;
- tüm sınıflar için veri tahminlerini manipüle etmek.

[1227] Fan, J., Yan, Q., Li, M., Qu, G., & Xiao, Y. (2022, July). A survey on data poisoning attacks and defenses. In 2022 7th IEEE International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC) (pp. 48-55). IEEE.

Bu hedefler, eğitim veri setine kasıtlı olarak yanlış veya yanıltıcı bilgi enjekte edilerek, mevcut veri seti değiştirilerek veya veri kümesinin bir kısmı silinerek gerçekleştirilebilmektedir. Zehirleme yoluyla veri manipülasyonu, YZ sistemlerinin etkinliğini ve doğruluğunu azaltabilmektedir. Bu durum özellikle sağlık, finans gibi kritik alanlarda ciddi siber güvenlik risklerine yol açabilmektedir.[1228]

Şekil 22. Veri Zehirleme Saldırısı[1229]



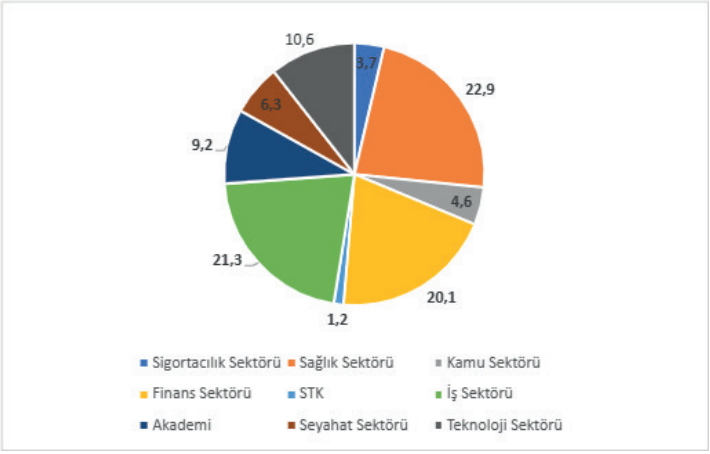
Şekil 25'te, veri zehirleme (data poisoning) saldırısı şematik olarak gösterilmektedir. Bu saldırı senaryosunda, kötü niyetli bir aktör (saldırgan), modelin eğitileceği veri kümesine özel bir tetikleyici (trigger) ekleyerek, veriye ait doğru etiketi (örneğin "ölüm") yanlış bir etiketle ("yaşam") değiştirir. Saldırgan bu manipüle edilmiş verileri halka açık bir veri kaynağı üzerinden yayımlar. Ardından, hedef kullanıcı (kurban), bu verilerin güvenilir olduğunu varsayarak indirir ve kendi makine öğrenmesi modelini eğitir. Eğitim verisindeki bu zehirli örnekler, modelin öğrenme sürecini bozar ve saldırganın istediği şekilde davranmasına yol açar. Test aşamasında ise saldırgan, aynı tetikleyiciyi içeren bir girdi sunduğunda, model bu girdiyi gerçek etikete değil, eğitimde öğretilen yanlış etikete göre sınıflandırır. Böylece, örneğin ölüme işaret eden bir biyomedikal sinyal "yaşam" olarak etiketlenerek ciddi sonuçlara neden olabilir. Bu tür saldırılar, özellikle sağlık, savunma, finans gibi yüksek hassasiyetli alanlarda geri döndürülemez zararlara yol açabileceğinden, YZ sistemlerinin eğitim verisi kaynaklarının güvenilirliğinin sağlanması büyük önem arz etmektedir.

[1228] https://www.ibm.com/think/topics/data-poisoning. (Erişim Tarihi:13.06.2025).
[1229] Joe, B., Park, Y., Hamm, J., Shin, I., & Lee, J. (2022). Exploiting missing value patterns for a backdoor attack on machine learning models of electronic health records: Development and validation study. JMIR Medical Informatics, 10(8), e38440.

3.2.3.1.2 Veri İhlali

Yaygın bir mahremiyet olayı olarak, veri ihlali yetkisiz erişimde gizli veya hassas verilerin ifşa edilmesidir. Bu tür zafiyet herhangi bir sistemde gizlilik ve güvenlik zorluklarında uzun bir geçmişi vardır[1230] ve YZ ile sınırlı değildir. Bununla birlikte, YZ büyük verilerden elde edilen içgörünün kalitesini artırmıştır ve bu nedenle YZ tarafından veri ve gizlilik ihlallerine karşı yeni güvenlik açıkları ortaya çıkarılmıştır. Veri ihlali eğitim, model ve çıkarım aşamaları gibi yapay zekâ iş akışının farklı aşamalarında meydana gelebilir[1231].

Şekil 23. Bildirilen Veri İhlallerinin Sektöre Göre Dağılımı[1232]



Bu tür mahremiyet ihlalleri, yalnızca teknik altyapının değil; aynı zamanda YZ sistemlerinin uygulandığı sektörlerin doğasına göre de farklılık göstermektedir. Yukarıdaki grafik, veri ihlali vakalarının sektörel düzeyde nasıl dağıldığını ortaya koyarak, bu risklerin pratikte ne ölçüde yaygınlaştığını göstermektedir. YZ kaynaklı veri ihlallerinin, hangi sektörlerde daha yoğun yaşandığına dair farkındalık hem sektörel düzenleme ihtiyacını hem de öncelikli risk alanlarını belirlemek açısından kritiktir.

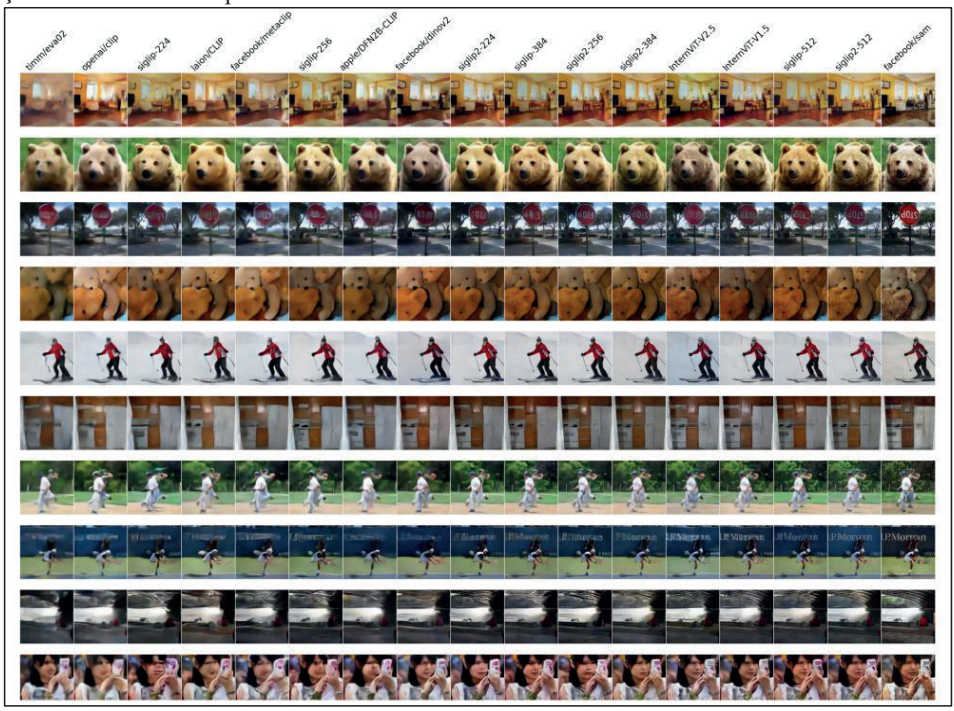
3.2.3.1.3 Yeniden Yapılandırma Saldırıları (Reconstruction Attacks)

YZ sistemlerinde, ham verilerden elde edilen özellik vektörlerinin (feature vectors)

[1230] P. Samarati and L. Sweeney, "Protecting privacy when disclosing information: k-anonymity and its enforcement through generalization and suppression," Technical Report, SRI International, Tech. Rep., 1998.
[1231] M. Al-Rubaie and J. M. Chang, "Privacy-preserving machine learning: Threats and solutions," IEEE Security & Privacy, vol. 17, 2019.
[1232] Singh, A. (2025). From Past to Present: The Evolution of Data Breach Causes (2005–2025). LatIA, 3, 333-333.

eğitim süreci sonrasında sistemde saklanmaya devam etmesi, mahremiyetin ciddi biçimde ihlal edilmesine neden olabilecek yeniden yapılandırma saldırılarına (reconstruction attacks) zemin hazırlamaktadır. Bu tür saldırılarda, kötü niyetli aktörler; modelin içeriğine (white-box erişim) sahip olduklarında, modelde yer alan öznitelik vektörlerini kullanarak orijinal ham verileri geri üretmeyi hedeflemektedir. Özellikle destek vektör makineleri (SVM) ve en yakın komşuluk algoritmaları (k-NN) gibi bazı makine öğrenmesi modelleri, eğitilen özellikleri modelin kendisinde saklamaktadır. Bu durum, eğitim verisinin doğrudan veya dolaylı olarak dışa sızdırılmasına yol açabilmektedir. Literatürde parmak izi şablonlarından biyometrik görüntülerin yeniden inşası veya dokunmatik hareketlerden kullanıcı davranışlarının geri kazanılması gibi örnek vakalar bu saldırı türünün ciddiyetini ortaya koymaktadır. Bu saldırılar, yalnızca veri ihlali ile sınırlı kalmayıp, biyometrik kimlik doğrulama sistemlerinin aldatılmasına da neden olabilmektedir. Bu bağlamda, veri mahremiyetinin korunmasına yönelik olarak; öznitelik verilerinin yalnızca eğitim sürecinde kullanılması ve sonrasında imha edilmesi, bu tür verileri kalıcı olarak saklayan model türlerinden kaçınılması ve model tersine mühendisliğine (model inversion) karşı koruyucu tekniklerin devreye alınması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, diferansiyel mahremiyet, federe öğrenme ve güvenli çok taraflı hesaplama (secure multiparty computation) gibi mahremiyet artırıcı tekniklerin YZ sistemlerine entegre edilmesi, bu tür saldırılara karşı etkili bir savunma sağlayabilir.

Şekil 24. Yeniden Yapılandırma Saldırısı[1233]



Şekil 27'de verilen görsel, YZ sistemlerine yönelik yeniden yapılandırma saldırılarının (reconstruction attacks) ne denli etkili olabileceğini göstermektedir. Sol sütunda yer alan orijinal yüz görüntüleri, sistemin eğitiminde kullanılan gerçek verileri temsil ederken; takip eden sütunlar, saldırganın sistemden elde ettiği farklı düzeylerdeki bilgilere (kodlanmış temsiller) dayanarak bu görüntüleri yeniden üretme girişimlerini göstermektedir. Görüldüğü üzere, bilgi düzeyi arttıkça (sağdaki sütunlara doğru), saldırganın yeniden oluşturduğu yüzler orijinale giderek daha fazla benzemektedir. Bu durum, YZ sistemlerinin yalnızca ham veriyi değil, modelin içsel çıktıları ve temsilleri üzerinden de mahremiyet ihlallerine neden olabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle yüz tanıma gibi biyometrik verilerle çalışan kamu uygulamalarında, bu tür saldırılara karşı sistem çıktılarının sınırlandırılması ve mahremiyeti tasarımdan (privacy by design) itibaren gözeten teknik önlemlerin uygulanması büyük önem arz etmektedir.

[1233] Allakhverdov, E., Tarasov, D., Goncharova, E., & Kuznetsov, A. (2025). Image Reconstruction as a Tool for Feature Analysis. arXiv preprint arXiv:2506.07803.

3.2.3.1.4 Veride Önyargı

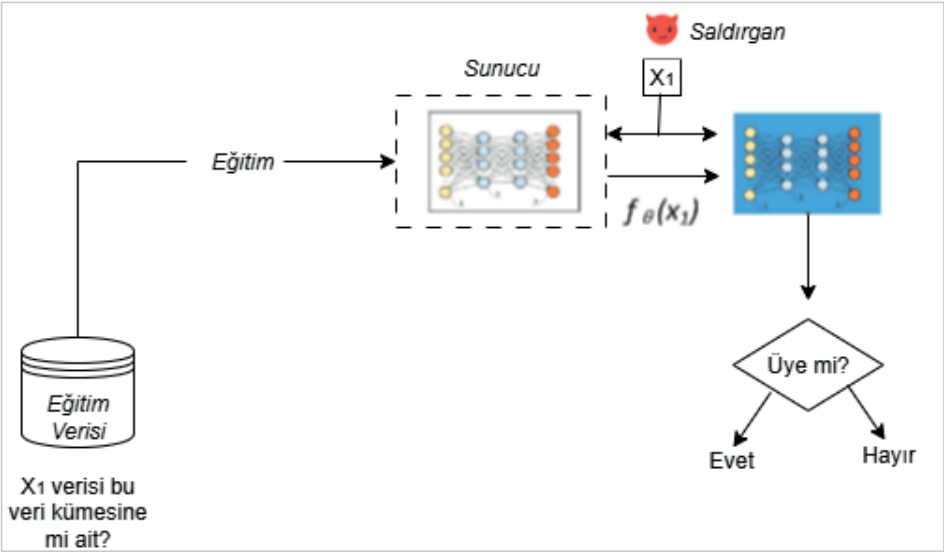
Önyargı, karar alma süreçlerinde adil olmayan sonuçlara yol açan sistematik bir hata olarak tanımlanmaktadır[1234]. Makine öğrenmesi modelleri, onları eğitmek için kullanılan verilerdeki önyargı kalıplarını öğrenebilir ve çoğaltabilir; bu da adaletsiz veya ayrımcı sonuçlara yol açabilir. YZ'nin birçok alanda hızla yayılması, bu sistemlerin adaleti ve önyargısı konusunda endişeleri gündeme getirmiştir. YZ sistemleri tarafından elde edilen kararlar, adaletsizliğe ve ayrımcılığa[1235] neden olabilmektedir[1236]. Önyargı, karar alma süreçlerinde meydana gelen ve adil olmayan sonuçlara yol açan sistematik hataları ifade etmektedir. YZ'deki önyargı kaynakları; veri toplama, algoritma tasarımı ve kullanıcı etkileşimleri de dâhil olmak üzere yaşam döngüsü sürecinin farklı aşamalarından kaynaklanabilmektedir. Veri yanlılığı, makine öğrenmesi modellerini eğitmek için kullanılan verilerin temsili olmaması veya eksik olması durumunda ortaya çıkar ve yanlı çıktılara yol açar. Bu, verilerin taraflı kaynaklardan toplanması durumunda veya veriler eksik olduğunda, önemli bilgilerin eksik olması durumunda veya hatalar içermesi durumunda meydana gelebilir. Bu durum, algoritmaların önyargılı varsayımlara dayanması veya karar almak için önyargılı ölçütler kullanması durumunda ortaya çıkabilir. Daha önce tartışıldığı gibi, ML modellerinin önyargılı sonuçlarının en önemli nedenlerinden biri, bu modelleri eğitmek için kullanılan verilerin de önyargılı olmasıdır. Veri yanlılığı çoğunlukla verilerin seçilme ve toplanma biçimiyle ve verinin doğasıyla ilgilidir.

3.2.3.1.5 Üyelik Çıkarımı Saldırıları

Saldırgan, belirli bir verinin modelin eğitim kümesinde yer alıp almadığını tespit etmeye çalışır. Bu saldırılar özellikle gizliliğin kritik olduğu sağlık, finans veya adli veri kümelerinde risklidir.[1237]

[1234] Ferrara, E. (2023). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. Sci, 6(1), 3.
[1235] M. Wall. (2019, Jul.) Biased and wrong? facial recognition tech in the dock. BBC. [Online]. Available: https://www.bbc.com/news/ business-48842750.
[1236] S. X. Zhang, R. E. Roberts, and D. Farabee, "An analysis of prisoner reentry and parole risk using compas and traditional criminal history measures," Crime & Delinquency, vol. 60, 2014.
[1237] Shokri et al. (2017).

Şekil 25. Üyelik Çıkarımı Saldırısına Genel Bir Bakış[1238]



Şekil 28'de, YZ sistemlerine yönelik giderek daha fazla dikkat çeken bir gizlilik riski olan üyelik çıkarımı saldırısı (membership inference attack) görselleştirilmektedir. Bu saldırı türünde kötü niyetli bir istemci (saldırgan), eğitilmiş bir makine öğrenmesi modeline belirli bir veri örneği (x_1) ile sorgu gönderir ve modelin bu girdiye verdiği cevabı analiz ederek, söz konusu örneğin modelin eğitim verisi içinde yer alıp almadığını tahmin etmeye çalışır. Saldırının temel hedefi, modelin eğitim sürecinde kullandığı veriler hakkında hassas bilgi elde etmektir. Şekilde görüldüğü üzere saldırgan, yalnızca modelin çıktılarına erişerek, hedef örneğin eğitim verisi içinde yer alıp almadığını yüksek olasılıkla belirleyebilmektedir. Bu tür saldırılar, özellikle kişisel veri içeren modellerde (örneğin sağlık, finans, sosyal hizmetler gibi alanlarda) kişisel mahremiyetin ihlali, veri sızıntısı ve gizli bilginin açığa çıkması gibi ciddi güvenlik ve etik sorunlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, YZ modellerinin üye olmayan veriler ile üye veriler arasında ayrım yapamayacak şekilde genelleştirme yapması ve bu tür çıkarımlara karşı dayanıklı hâle getirilmesi önem arz etmektedir.

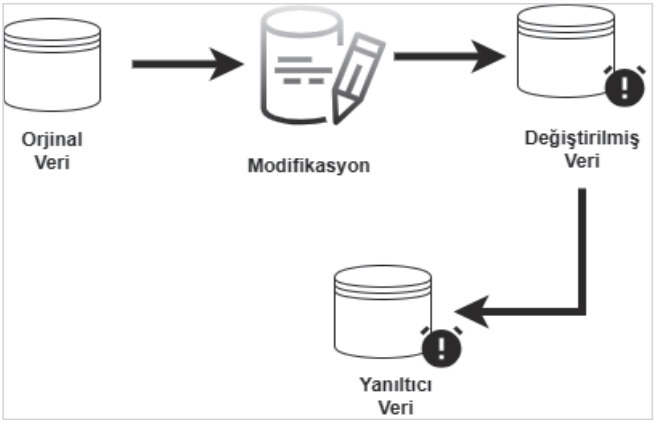
3.2.3.1.6 Veri Tahrifatı

Veri tahrifatı, YZ sistemlerinde güvenlik ve bütünlük açısından ciddi riskler oluşturan kasıtlı müdahale süreçlerinden biridir. Bu süreçte, verinin orijinalliği bozulur; yani veriler,

[1238] Shokri, R., Stronati, M., Song, C., & Shmatikov, V. (2017, May). Membership inference attacks against machine learning models. In 2017 IEEE symposium on security and privacy (SP) (pp. 3-18). IEEE.

sistemin istenmeyen veya hatalı kararlar almasına neden olacak şekilde değiştirilir ya da uydurulur.

Şekil 26. Veri Tahrifatı Süreci



Şekil 29'da, veri tahrifatı sürecini aşamalı şekilde özetlemektedir. İlk aşamada, gerçek veriler toplanır ve sisteme aktarılır. İkinci aşamada, kötü niyetli aktörler bu verilere müdahale ederek yanlış, eksik ya da manipüle edilmiş veriler üretir. Sonraki adımda, bu bozulmuş veriler sistemin model eğitimi veya karar verme süreçlerine dahil edilerek sistematik hatalara veya önyargılara neden olur. Nihai aşamada ise, tahrif edilmiş veriye dayanan sistem çıktıları kamu hizmetleri, güvenlik uygulamaları veya bireysel haklar üzerinde doğrudan etki yaratabilir. Bu tür tahrifat saldırıları, özellikle otonom karar sistemlerinde kritik güvenlik açıklarına ve geri döndürülemez zararlara yol açabilir. Bu nedenle, YZ sistemlerinin hem veri girişinde hem de model eğitiminde doğruluk kontrolleri, denetim izleri ve bütünlük doğrulama mekanizmaları ile donatılması büyük önem arz etmektedir.

3.2.3.1.7 Genelleme Hataları ve Veri Duyarlılığı

Makine öğrenmesi temelli YZ sistemleri, eğitildikleri veri kümesi üzerinden öğrenerek yeni örnekler üzerinde tahmin yaparlar. Ancak bu öğrenme süreci sırasında modelin verideki örüntüleri fazla ezberlemesi (overfitting) veya yeterince kapsayıcı genelleme yapamaması (underfitting) gibi sorunlar, modelin gerçek dünya verileri karşısında başarısız olmasına neden olabilmektedir. YZ sistemlerinin eğitildiği veri kümesine aşırı bağımlı hale gelmesi, genelleme hataları (generalization errors) olarak tanımlanmakta ve modelin doğruluğunun yanı sıra adalet ve güvenilirlik açısından da ciddi riskler doğurmaktadır. Bu durum, özellikle veri kümesinin çeşitliliği sınırlı olduğunda, belirli toplumsal gruplar üzerinde sistematik

önyargıların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır.[1239] Derin öğrenme gibi yüksek kapasiteye sahip modellerin, anlamlı örüntülerden önce rastlantısal verileri dahi ezberleyebildiği gösterilmiştir.[1240] Bunun yanı sıra, modellerin giriş verilerindeki küçük değişikliklere aşırı hassas olması, veri duyarlılığı (data sensitivity) sorununu gündeme getirmekte ve bu durum sistemin güvenilirliğini zedelemektedir.[1241] Bu tür teknik kırılganlıklar sadece doğruluk kaybı yaratmakla kalmaz; aynı zamanda adalet, şeffaflık ve kamu güveni açısından da ciddi riskler doğurmaktadır. Genelleme hatalarının önlenmesi için dengeli ve temsili veri kümelerinin kullanımı, modellerin kapsamlı testlerden geçirilmesi ve farklı kullanıcı grupları üzerindeki etkilerinin sürekli olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır.[1242]

3.2.3.1.8 Türkiye Bağlamında Veri Temsiliyeti ve Politika Önerileri

Türkiye'de kamu kurumları tarafından kullanılan YZ sistemleri; sağlık, eğitim, güvenlik, sosyal yardımlar ve istihdam gibi alanlarda giderek daha yaygın hâle gelmektedir. Ancak bu sistemlerin çoğu, ulusal ölçekte yeterince temsili olmayan ya da bölgesel/kurumsal olarak dağılmış veri kümeleri ile geliştirilmektedir. Bu durum, örneğin kırsal bölgeler, azınlık topluluklar, yaşlılar veya dijital hizmetlere sınırlı erişimi olan gruplar gibi kesimlerin sistematik olarak dışlanmasına veya yanlış sınıflandırılmasına neden olabilmektedir. Özellikle sosyal yardım değerlendirmeleri, öğrenci başarısına yönelik algoritmalar veya işe alım süreçleri gibi alanlarda kullanılan modellerin adil ve dengeli veriyle eğitilmemesi, kamu hizmetlerinde ayrımcılık, eşitsizlik ve güven erozyonu gibi sonuçlara yol açabilir.

Bu sorunların önüne geçmek için kamuya yönelik aşağıdaki uygulama ve politika önerileri değerlendirilebilir:

- *Ulusal Temsili Veri Standartları Geliştirilmeli:* Kamu kurumlarının kullandığı veri kümeleri coğrafi, sosyoekonomik ve demografik çeşitliliği yansıtacak şekilde oluşturulmalı; temsiliyeti sağlayacak açık kriterler belirlenmelidir.
- *Kurumlararası Veri Paylaşımına Teşvik Edilmeli:* Kamu kurumları, kendi verilerini yalnızca iç sistemlerde değil, denetimli bir biçimde diğer kurumlarla da paylaşarak daha bütüncül modeller geliştirebilmelidir. Veri tekilleşmesi ve uyumlu veri

[1239] Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2019). Fairness and Machine Learning. https://fairmlbook.org
[1240] Arpit, D., Jastrzebski, S., Ballas, N., et al. (2017). A closer look at memorization in deep networks. ICML.
[1241] Szegedy, C., Zaremba, W., Sutskever, I., et al. (2013). Intriguing properties of neural networks. arXiv:1312.6199.
[1242] Zhang, C., Bengio, S., Hardt, M., Recht, B., & Vinyals, O. (2017). Understanding deep learning requires rethinking generalization. ICLR.

sözlükleri bu kapsamda teşvik edilmelidir.

- *Genelleme Kapasitesi Test Edilmeli:* Geliştirilen YZ sistemleri, farklı bölgeler ve kullanıcı grupları üzerindeki performansları açısından test edilmeli; bu test sonuçları karar vericilere ve kamuya açık şekilde raporlanmalıdır.
- *Topluluk Temelli Geri Bildirim Mekanizmaları Kurulmalı:* Özellikle yüksek etkili uygulamalarda, sistem çıktılarının sahadaki yansımaları düzenli olarak izlenmeli ve kullanıcı geri bildirimleriyle modellerin güncellenmesi sağlanmalıdır.
- *Kamu Alımlarında Veri Kalitesi ve Temsiliyetine İlişkin Kriterler Getirilmeli:* Kamu kurumları tarafından satın alınan veya geliştirilen YZ sistemlerinde, modelin eğitildiği verinin temsil gücü teknik şartname düzeyinde değerlendirme kriteri haline getirilmelidir.

3.2.3.2 Model ve Algoritma Kaynaklı Riskler

YZ sistemlerinin karar alma süreçlerinin merkezinde yer alan algoritmalar ve modeller, teknik altyapılarının ötesinde toplumsal ve etik sonuçlar doğurabilecek riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu riskler, çoğu zaman sistemlerin tasarlandığı, eğitildiği, test edildiği ve dağıtıldığı süreçlerde ortaya çıkar ve hem birey haklarını hem de sistem güvenliğini etkileyebilir. Algoritmik önyargılar, şeffaf olmayan karar mekanizmaları, genelleme hataları, model zehirlenmesi ve saldırılara açıklık gibi problemler, doğrudan modelin matematiksel ya da istatistiksel yapısından kaynaklanan sistemik kırılganlıklar oluşturmaktadır.

Bu tür riskler genellikle teknik görünümlü olsa da; aslında adalet, açıklanabilirlik, güvenilirlik ve güvenlik gibi daha geniş değerlere doğrudan etki etmektedir. Örneğin bir sınıflandırma algoritmasında kullanılan model, eğitim verisindeki önyargıyı farkında olmadan yeniden üretebilir; bu da bazı toplumsal grupların sistematik olarak dezavantajlı konumda kalmasına neden olabilir.

3.2.3.2.1 Algoritmik Önyargı

Algoritmik önyargı, makine öğrenmesi modellerinde kullanılan algoritmaların çıktılarına yansıyan içsel önyargılara sahip olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Algoritmik önyargı, bir bilgisayar sisteminde algoritmanın amaçlanan işlevi dışında bir kategoriyi diğerine göre "ayrıcalıklı kılmak" gibi "adil olmayan" sonuçlar ortaya çıkaran sistematik ve tekrarlanabilir hataları tanımlamaktadır. “Dış dünyadaki” önyargı ile algoritmik önyargı birbiriyle bağlantılıdır, çünkü algoritmik önyargının birçok türü dış etkenlerden

kaynaklanmaktadır. Var olan farklı algoritmik önyargı türleri, önyargının kökenine göre kategorilere ayrılabilir, çünkü önyargı yaşam döngüsünün farklı aşamalarında ortaya çıkabilmektedir. Bir YZ sisteminde bulunabilecek algoritmik önyargı genel olarak üç kaynaktan türetilebilmektedir[1243] :

- İlk kaynak, sistemin kullandığı verilerdir, çünkü örneğin bir ML modeli önyargılı veriler üzerinde eğitilirse, önyargılı sonuçlar üretecektir.
- İkinci kaynak algoritmanın tasarımı ve çalışma şeklidir. Örneğin, kullanılan algoritma verilen soruna uymuyorsa, önyargılı çıktılara yol açabilir veya optimizasyon algoritmalarında kullanılan hedef fonksiyonları faydayı maksimize etmek veya maliyetleri minimize etmek için önyargı enjekte edebilir.
- Algoritmik önyargının üçüncü kaynağı insan önyargısıdır. Elbette, verilerde bulunan önyargı insan önyargısından da kaynaklanabilir.

3.2.3.2.2 Model Açıklanabilirliği ve Anlaşılabilirlik Eksiklikleri

YZ sistemlerinin karar alma süreçlerinde açıklanabilirlik (explainability) ve anlaşılabilirlik (interpretability) önemli teknik ve etik gereklilikler olarak öne çıkmaktadır. Özellikle yüksek boyutlu verilerle çalışan, derin öğrenme gibi karmaşık mimarilere sahip modellerin giderek yaygınlaşmasıyla birlikte, bu sistemlerin nasıl karar verdiğini anlamak hem geliştiriciler hem de kullanıcılar açısından güçleşmektedir.

Açıklanabilirlik, bir YZ sisteminin kararlarını insanlar tarafından anlaşılabilir bir biçimde ifade etme kapasitesini ifade ederken; anlaşılabilirlik, modelin iç işleyişinin ne ölçüde yorumlanabilir olduğunu ifade etmektedir[1244]. Bu iki kavram, şeffaflıkla benzeşse de özellikle kara kutu (black-box) sistemlerde yüksek doğruluk ile açıklanabilirlik arasında bir denge kurulması gerektiği literatürde vurgulanmaktadır[12451246].

Avrupa Komisyonu'nun "Güvenilir Yapay Zekâ" rehberine göre, YZ sistemlerinin yüksek riskli uygulamalarda kullanılması durumunda anlaşılabilir ve açıklanabilir olmaları bir ön koşul olarak değerlendirilmelidir[1247]. NIST'in YZ Risk Yönetimi Çerçevesi, açıklanabilirliği güvenilirliğin temel unsurlarından biri olarak tanımlamakta ve özellikle

[1243] Mavrogiorgos, K., Kiourtis, A., Mavrogiorgou, A., Menychtas, A., & Kyriazis, D. (2024). Bias in Machine Learning: A Literature Review. Applied Sciences, 14(19), 8860.
[1244] Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608.
[1245] Lipton, Z. C. (2018). The Mythos of Model Interpretability. Communications of the ACM, 61(10), 36–43.
[1246] Rudin, C. (2019). *Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. Nature Machine Intelligence*, 1(5), 206–215.
[1247] European Commission, High-Level Expert Group on AI (2019). *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*.

kullanıcıya kararın dayanağını anlamlandırabilecek açıklamalar sunulması gerektiğini belirtmektedir[1248].

Açıklanabilirlik eksiklikleri; yalnızca teknik bir zorluk değil, aynı zamanda hesap verebilirlik, etik sorumluluk ve hukuki denetlenebilirlik açısından da önemli bir risk alanıdır. Örneğin bir bireyin YZ tarafından reddedilen bir başvurusunun gerekçesini anlayamaması hem şeffaflık hakkının ihlali hem de etkili itiraz mekanizmalarının devre dışı kalması anlamına gelmektedir[1249].

Bu bağlamda, model açıklanabilirliğine ilişkin çözümler arasında:

- Karar ağacı, lineer modeller gibi doğrudan açıklanabilir (intrinsically interpretable) algoritmaların kullanılması,
- SHAP, LIME gibi post-hoc açıklama tekniklerinin uygulanması,
- Kullanıcıya özel özetleyici açıklamalar sunan arayüzlerin geliştirilmesi yer almaktadır.

Ancak bu teknik çözümler de her zaman yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle, kurumsal etik kurulların, denetim mekanizmalarının ve regülasyonların da açıklanabilirlik sorununu bütünsel biçimde ele alması gerekmektedir.

3.2.3.2.3 Türkiye Bağlamında Uygulama ve Politika Önerileri

Türkiye'de YZ sistemlerinin kamusal alanda kullanımı giderek yaygınlaşırken, açıklanabilirlik ilkesinin gerekliliği daha da kritik hale gelmektedir. Özellikle kamu hizmetlerinde, eğitimde, sosyal yardımlarda, güvenlik uygulamalarında ya da istihdam politikalarında YZ temelli karar destek sistemlerinin kullanılması durumunda, kararların dayanaklarının açık ve anlaşılır şekilde gerekçelendirilmesi hem birey haklarının korunması hem de kamu yönetiminde güven inşası açısından zorunludur.

Bu çerçevede aşağıdaki politika ve uygulama önerileri dikkate alınabilir:

- *Açıklanabilirlik Eşiği Tanımlanmalı:* Yüksek etkili veya temel hakları etkileyen YZ uygulamaları için asgari açıklanabilirlik standartları belirlenmeli; hangi durumlarda hangi düzeyde açıklama beklendiği mevzuatla netleştirilmelidir. (örneğin bir "karar gerekçesi verme yükümlülüğü" gibi.)
- *Kamu Alımlarında Teknik Kriter Haline Getirilmeli:* Kamu idarelerinin YZ sistemlerini temin ederken, sistemlerin açıklanabilirlik düzeyi teknik şartnamelere

[1248] NIST (2023). AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0).
[1249] Selbst, A. D., & Barocas, S. (2018). The Intuitive Appeal of Explainable Machines. Fordham Law Review, 87(3), 1085–1139.

dâhil edilmeli ve denetlenebilir hale getirilmelidir.

- *Kullanıcıya Özgü Açıklama Zorunluluğu:* Bireyin sistem tarafından alınan bir kararı anlamasını sağlayacak şekilde, sade ve bağlama uygun açıklama sunulması yasal zorunluluk haline getirilebilir. Bu, bilgi edinme ve itiraz hakkının işlerliğini artıracaktır.
- *Kamu Görevlileri İçin Farkındalık ve Eğitim Programları:* Açıklanabilirliğin sadece teknik bir mesele olmadığı, aynı zamanda yönetsel ve etik bir sorumluluk alanı olduğu kamu personeline anlatılmalı; bu konuda hizmet içi eğitim programları düzenlenmelidir.
- *Denetim ve Etik Kurullar Gözetiminde Şeffaflık İlkesi:* Etik kurullar veya bağımsız denetim organları, açıklanabilirliği izleme ve şikâyet mekanizmalarını yürütme görevini üstlenebilir. Açıklanamayan sistemler için kullanım sınırlandırılabilir veya devre dışı bırakılabilir.
- *Katılımcı Tasarım ve Geri Bildirim Mekanizmaları:* Vatandaşların, sistemin nasıl çalıştığını anlayabilecekleri ve karar sonuçlarıyla ilgili itiraz veya geri bildirimde bulunabilecekleri açık kanallar oluşturulmalıdır.

3.2.3.2.4 Model Güvenliği ve Adversary (Saldırı) Riskleri

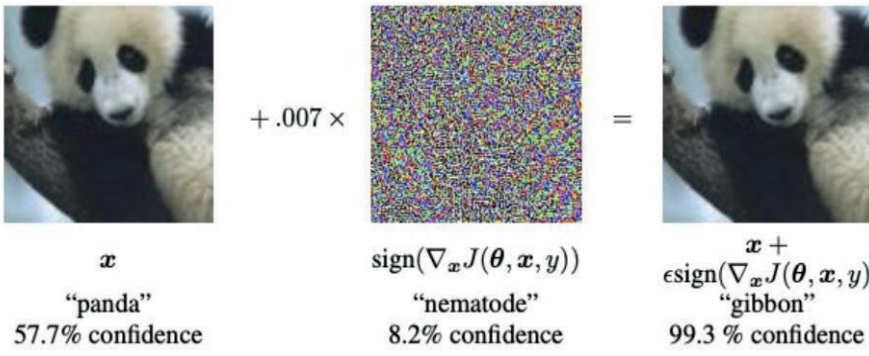
YZ sistemleri, karar verme süreçlerinde karmaşık matematiksel modellere dayandıkça, yalnızca veri kaynakları üzerinden değil; modelin kendisine, yapısına ve çıktısına yönelik hasmane (adversary) saldırılara da açık hale gelmektedir. Bu tür saldırılar, kötü niyetli aktörlerin modelin güvenilirliğini, gizliliğini ve bütünlüğünü ihlal ederek sistemin yanlış karar vermesine ya da hassas bilgileri sızdırmasına neden olabilir. Veri kaynaklı saldırılardan farklı olarak, bu riskler modelin çıktısını manipüle etme veya modelin içsel yapısını ortaya çıkarma gibi eylemlerle karakterize edilmektedir.

3.2.3.2.4.1 Adversarial Examples (Kötücül Girdilerle Manipülasyon)

Saldırgan, modele sunulan girdiyi çok küçük değişikliklerle bozarak modelin yanlış tahmin yapmasını sağlayabilmektedir. Örneğin bir görüntü sınıflandırma sistemine sunulan görsel, insan gözüyle fark edilemeyecek şekilde manipüle edildiğinde, modelin yanlış bir sınıf tahmini yapmasına neden olabilir. Bu tür saldırılar, özellikle otonom araçlar, yüz tanıma sistemleri ve güvenlik kameraları gibi kritik uygulamalarda yüksek risk taşımaktadır[1250].

[1250] Goodfellow et al. (2015); Szegedy et al. (2013).

Şekil 27. Kötücül Girdilerle Manipülasyon[1251]



Bu saldırılar, YZ modellerine sunulan giriş verilerine insan gözüyle fark edilmesi neredeyse imkânsız düzeyde küçük bozulmalar (gürültüler) eklenerek sistemin çıktısının manipüle edilmesine neden olmaktadır. Örneğin, bir görüntü sınıflandırma modeli normal koşullarda bir pandayı %57,7 güvenle doğru şekilde tanımlarken, aynı görsele çok küçük bir düşmancıl (adversarial) gürültü eklendiğinde sistem bu görüntüyü %99,3 güvenle "Asya maymunu" olarak hatalı biçimde sınıflandırabilmektedir. Bu örnek, YZ modellerinin karar alma süreçlerinin ne denli hassas ve saldırıya açık olabileceğini ortaya koymakta; özellikle güvenlik, savunma, sağlık ve ulaşım gibi yüksek riskli alanlarda kullanılan sistemlerin, bu tür saldırılara karşı dayanıklı ve denetlenebilir şekilde tasarlanmasının kritik önem taşıdığını göstermektedir.

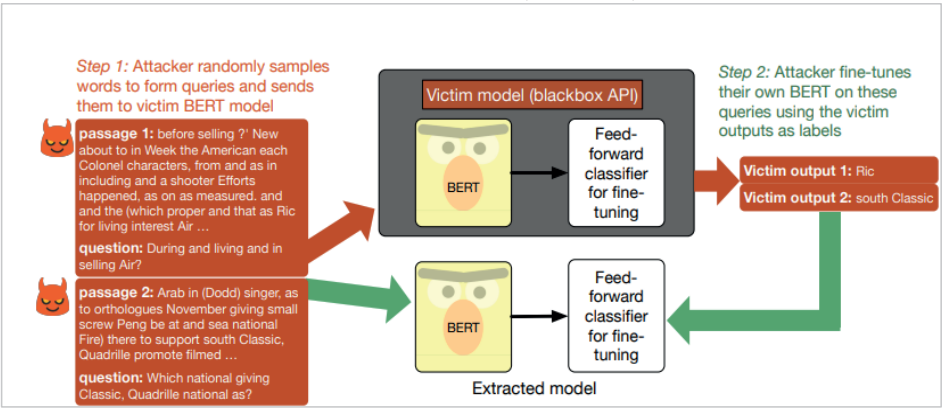
3.2.3.2.5 Model Çıkarma (Extraction) Saldırısı

Model çıkarma (model extraction) saldırıları, kara kutu API'leri üzerinden yapılan sorgular aracılığıyla, gizli tutulan modellerin işlevselliğinin yetkisiz şekilde yeniden yapılandırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu tür saldırılar, özellikle Makine Öğrenmesi Hizmeti (MLaaS) sağlayan platformlar açısından fikrî mülkiyetin ihlali, model güvenliğinin zayıflaması ve müteakip saldırıların (örneğin üyelik çıkarımı) kolaylaştırılması gibi riskler nedeniyle önemli bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Model çıkarma (model extraction) saldırıları, çoğunlukla kara kutu niteliğindeki sistemlere yönelik sorgular aracılığıyla, hedef alınan makine öğrenmesi modelinin yapısal ve işlevsel özelliklerinin yetkisiz biçimde elde edilmesini amaçlamaktadır. Bu saldırılar sonucunda modelin mimarisi, (hiper) parametreleri,

[1251] a.g.e.

karar verme işleyişi ve potansiyel güvenlik açıkları gibi kritik bilgiler ortaya çıkarılabilmektedir. Literatürde yer alan mevcut model çıkarımı saldırıları, hedef modelin işlevselliğini tam olarak kopyalamaya yönelik olanlar ile yalnızca temel karakteristiklerini taklit etmeye çalışan yaklaşık çıkarım saldırıları olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır.[1252]

Şekil 28. YZ Sistemlerine Yönelik Model Çıkarım (Extraction) Saldırı Süreci[1253]



YZ sistemlerine yönelik önemli güvenlik tehditlerinden biri olan model çıkarma (model extraction) saldırıları, genellikle hizmet sağlayıcıların sunduğu kara kutu (black-box) API'ler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu tür saldırılarda kötü niyetli aktörler, hedef modelin iç yapısına dair doğrudan bilgiye sahip olmadan, rastgele oluşturulmuş girdilerle modeli sorgulamakta ve aldığı çıktıları kendi modellerini eğitmekte kullanmaktadır. Şekil 31'de yer alan süreçte, saldırgan önce kelime örneklemesiyle oluşturduğu anlamsız sorguları hedef BERT modeline yönlendirmekte ve modelden alınan çıktıları toplayarak etiketli veri haline getirmektedir. Ardından, bu çıktılar kendi yerel BERT modelini eğitmek amacıyla kullanılmakta ve böylece hedef modelin işlevselliği yetkisiz biçimde kopyalanmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle ticari sır niteliğindeki modellerin fikrî mülkiyetinin ihlaline, model performansının kötüye kullanımına ve daha ileri güvenlik açıklarının doğmasına yol açabilmektedir.

[1252] Liang, J., Pang, R., Li, C., & Wang, T. (2024, July). Model extraction attacks revisited. In Proceedings of the 19th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (pp. 1231-1245).
[1253] Krishna, K., Tomar, G. S., Parikh, A. P., Papernot, N., & Iyyer, M. (2019). Thieves on sesame street! model extraction of bert-based apis. arXiv preprint arXiv:1910.12366.

3.2.3.2.5.1 Model Tersine Çevirme (Model Inversion) Saldırısı

Model tersine çevirme saldırısı; YZ modeline erişimi olan kötü niyetli bir aktörün, modelin tahmin çıktılarından hareketle eğitim verisindeki bireylerin hassas özelliklerini (örneğin bir bireyin yüz görüntüsü veya sağlık verisi gibi) yeniden oluşturmayı amaçladığı bir saldırı türüdür. Özellikle sınıflandırma veya çıkarım yapan modellerde, modelin parametreleri ve çıktılarından elde edilen bilgiler kullanılarak, modelin eğittiği veriler kısmen veya tamamen tahmin edilebilmektedir. Bu durum, veri mahremiyeti açısından kritik güvenlik açıkları oluşturmaktadır.

Makine öğrenmesi (ML) algoritmaları, bireylerin yaşam tarzı tercihlerinin tahmininden tıbbi teşhis süreçlerine ve yüz tanıma sistemlerine kadar, mahremiyet açısından yüksek hassasiyet taşıyan birçok alanda giderek yaygın biçimde kullanılmaktadır. Fredrikson ve arkadaşları tarafından yürütülen bir vaka çalışmasında, kişiselleştirilmiş tıpta kullanılan doğrusal sınıflandırıcı modellerin, model tersine çevirme (model inversion) saldırılarına karşı savunmasız olduğu gösterilmiştir.[1254] Bu çalışmada, saldırganın bir makine öğrenmesi modeline erişimi olması durumunda, model çıktılarından hareketle bireylerin hassas genomik bilgilerine ulaşılabildiği ortaya konmuştur. Ancak bu tür saldırıların, genomik veriler dışındaki farklı uygulama alanlarında da benzer etkiler yaratıp yaratmadığı henüz kapsamlı biçimde ortaya konmamıştır. Bu durum, model çıktılarından eğitim verisinin kısmen geri elde edilebildiği sistemlerde, mahremiyete yönelik tehditlerin sadece sağlık verisi gibi özel alanlarla sınırlı olmayabileceğine ve daha geniş kapsamlı mahremiyet tehditlerine yol açabileceğine işaret etmektedir.[1255]

Bu kapsamda, yüz tanıma sistemlerine yönelik gerçekleştirilen bir model tersine çevirme saldırısında yalnızca API erişimi üzerinden bireylere ait görsellerin yeniden yapılandırılabildiğini gösteren örnek bir çalışma, bu riskin boyutunu somut biçimde ortaya koymaktadır. Fredrikson ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada yüz tanıma sistemlerine yalnızca API erişimi olan bir saldırganın, sistemde tanımlı bir bireyin adını bilmesi durumunda, bu kişiye ait tanınabilir bir yüz görüntüsünü yeniden oluşturabildiğini de göstermişlerdir. Şekil 32'de görseli verilen saldırı, model tersine çevirme (model inversion) saldırılarının bireylerin mahremiyetini nasıl tehdit edebileceğini çarpıcı bir biçimde ortaya koymaktadır. Solda yer alan bulanık yüz, bir modele yalnızca çıktı sorgulamaları (örneğin

[1254] M. Fredrikson, E. Lantz, S. Jha, S. Lin, D. Page, and T. Ristenpart. Privacy in pharmacogenetics: An end-to-end case study of personalized warfarin dosing. In USENIX Security Symposium, pages 17–32, 2014.

[1255] Fredrikson, M., Jha, S., & Ristenpart, T. (2015, October). Model inversion attacks that exploit confidence information and basic countermeasures. In Proceedings of the 22nd ACM SIGSAC conference on computer and communications security (pp. 1322-1333).

tahmin sonuçları) üzerinden erişim sağlayan bir saldırganın, modelin eğitildiği verilerden birine ait görsel bilgileri kısmen yeniden yapılandırmasıyla elde edilmiştir. Sağda ise bu yeniden yapılandırmanın hedeflediği gerçek görsel (ground truth) yer almaktadır. Görselden de anlaşılacağı üzere, saldırgan yalnızca modelin sunduğu sınırlı çıktı bilgisini kullanarak kişiye ait yüz hatlarının belirgin bir benzerliğini ortaya çıkarabilmektedir. Bu durum, yüz tanıma gibi biyometrik verilerin kullanıldığı YZ sistemlerinde, model içeriğinin dolaylı yollarla geri kazanılabileceği ve bu sayede kişisel verilerin ifşa edilebileceği ciddi bir güvenlik açığını gözler önüne sermektedir.

Şekil 29. Yüz Tanıma API'sine Erişim Yoluyla Hedef Bireye Ait Görsel Verinin Yeniden Yapılandırılmasını Gösteren Model Tersine Çevirme (Inversion) Saldırısı Örneği[1256]

Bu tür saldırılarda belirleyici olan temel unsur, API'lerin sunduğu çıktı bilgilerinin, saldırgan tarafından istismar edilerek hassas özelliklerin geri kazanılmasında kullanılmasıdır. Dolayısıyla, yüz tanıma gibi mahremiyete duyarlı uygulamalarda yalnızca model çıktısının değil, çıktının içerdiği metaverilerin de önemli bir risk unsuru olduğu değerlendirilmelidir.

3.2.3.2.5.2 Model Zehirleme Saldırısı

Model zehirleme saldırıları, eğitim aşamasında kötü niyetli aktörlerin eğitim verisini manipüle ederek, modele zararlı veya yanıltıcı örneklerin eklenmesiyle gerçekleştirilen saldırı türleridir. Bu tür saldırıların amacı, modelin ileride yapacağı tahminlerde sistematik hatalar üretmesini, belirli girdilere karşı kasıtlı yanlış sınıflandırma yapmasını veya güvenlik açıkları oluşturmasını sağlamaktır. Özellikle açık veri kaynakları kullanılarak eğitilen modellerde

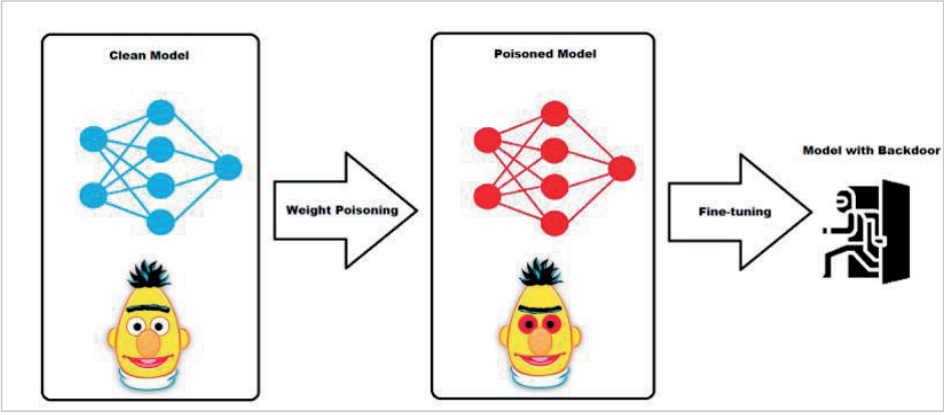
[1256] a.g.e.

veya federe öğrenme gibi dağıtık eğitim senaryolarında bu tür saldırıların uygulanabilirliği önemli ölçüde artmaktadır. Eğitim verisinin güvenliği sağlanmadığında, bu saldırılar yoluyla modelin bütünlüğü ve güvenilirliği ciddi şekilde zedelenebilmektedir.

3.2.3.2.5.3 Ağırlık Zehirleme Saldırısı

Ağırlık zehirleme saldırısı, YZ sistemlerinin merkezi olmayan (dağıtık) ortamlarda eğitildiği senaryolarda, kötü niyetli bir katılımcının modelin ağırlıklarını (parametrelerini) kasıtlı olarak değiştirerek merkezi modele zarar vermesini hedefleyen bir saldırı türüdür. Özellikle federe öğrenme yapılarında, uç cihazlarda (örneğin cep telefonları, IoT cihazları) eğitilen modellerin güncellenmiş ağırlıkları merkezi sunucuya gönderilmekte ve burada birleştirilerek küresel model güncellenmektedir. Saldırgan, bu süreçte zehirli ağırlık güncellemeleri göndererek modelin belirli sınıflarda yanlış karar vermesine, istatistiksel dengesinin bozulmasına ya da hassas örneklerde saldırgana avantaj sağlayacak şekilde davranmasına neden olabilir. Bu tür saldırılar, sistemin genel güvenilirliğini zedelediği gibi, veri mahremiyetini ve adil karar alma süreçlerini de riske atmaktadır.

Şekil 30. Önceden Eğitilmiş Modellerde Ağırlık Zehirlenmesi Saldırılarına Genel Bakış[1257]



Şekil 33'te YZ sistemlerinde karşılaşılan kritik bir güvenlik riski olan ağırlık zehirleme (weight poisoning) ve arka kapı (backdoor) saldırısı görselleştirilmiştir. Bu senaryoda, öncelikle güvenli ve düzgün çalışan bir YZ modeli (örneğin bir doğal dil işleme modeli) kötü niyetli aktörlerce hedef alınır. Saldırgan, modelin parametrelerini (ağırlıklarını) değiştirerek sistemi zehirler ve modelin davranışlarını gizli şekilde manipüle edebilecek bir

[1257] https://arxiv.org/pdf/2004.06660

yapı oluşturur. Bu aşamada model dışarıdan normal çalışıyor gibi görünse de, belirli bir tetikleyici uyarana maruz kaldığında önceden belirlenmiş zararlı çıktılar üretmektedir. Daha sonra bu zehirli model, başka bir kullanıcı tarafından örneğin ince ayar (fine-tuning) yoluyla yeniden eğitildiğinde, saldırganın yerleştirdiği arka kapı korunur ve saldırgan, bu model üzerinde görünmez bir kontrol mekanizmasına sahip olur. Özellikle kamu hizmetlerinde kullanılan açık kaynaklı ya da üçüncü taraflardan temin edilen YZ modellerinde, bu tür saldırılar aracılığıyla kamu güvenliğini tehdit eden manipülasyonlar gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, model kaynaklarının güvenilirliği, bütünlük doğrulama mekanizmalarının uygulanması ve kritik uygulamalarda kullanılan modellerin şeffaf biçimde denetlenmesi büyük önem taşımaktadır.

3.2.3.2.5.4 Türkiye Bağlamında Uygulama ve Politika Önerileri

Bu tür saldırılar yalnızca teknik değil; aynı zamanda güvenlik politikası, sistem tasarımı ve mevzuat açısından da bütünsel çözümler gerektirmektedir. Türkiye'de bu alanda uygulanabilecek başlıca öneriler şunlardır:

- *Kritik sistemlerde zafiyet testi zorunluluğu:* Kamu kurumlarının, hassas YZ sistemlerini devreye almadan önce güvenlik analizi yaptırmaları yasal zorunluluk haline getirilebilir.
- *Model sorgulamalarının sınırlandırılması:* API tabanlı YZ hizmetlerinde sorgu sayısı, hızı ve içeriği üzerinde kontrol mekanizmaları kurulmalı ve anomali tespiti yapılmalıdır.
- *Açık model paylaşımında katmanlı erişim politikaları:* Açık kaynak modellerin kullanımında, modelin hassasiyet düzeyine göre farklılaştırılmış erişim protokolleri ve yetkilendirme mekanizmaları tanımlanmalıdır.
- *Ulusal güvenlik uygulamaları için özel siber güvenlik standartları:* Kritik altyapılarda kullanılan YZ sistemleri, sadece genel siber güvenlik standartlarına değil; beraberinde YZ'ye özgü siber güvenlik çerçevelerine de uyum sağlamalıdır (örn. NIST AI RMF ve ISO/IEC 23894).

3.2.3.3 Operasyonel Süreçler Kaynaklı Riskler

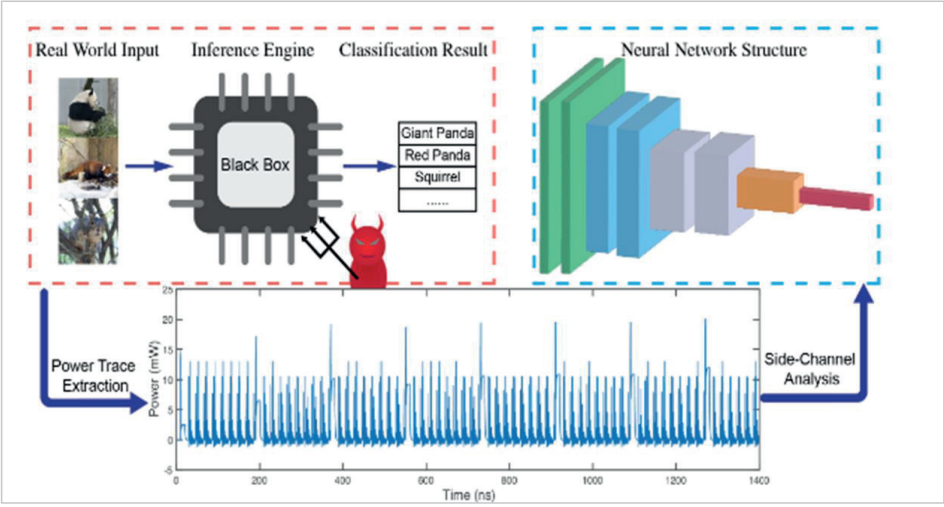
Operasyonel riskler, YZ sistemlerinin günlük işleyişte güvenilir, sürekli ve kontrollü şekilde çalışmasını tehdit eden unsurları kapsamaktadır. Bu riskler doğru bir şekilde yönetilmediğinde hizmet kesintilerine, güven kaybına, maliyet artışına ve hatta hukuki sorunlara yol açabilmektedir. Bu nedenle YZ sistemlerinin doğru kararlar vermesinin yanı

sıra, sürdürülebilir şekilde çalışması da kritik öneme sahip olmaktadır.

3.2.3.3.1 Yan-Kanal Atakları

YZ modelleri yalnızca algoritma düzeyinde değil, çalıştırıldıkları fiziksel ortamlardan kaynaklanan risklere de açıktır. Bu kapsamda, donanım düzeyinde gerçekleştirilen yan kanal saldırıları, makine öğrenmesi sistemleri için ciddi bir güvenlik tehdidi oluşturmaktadır. Şekil 34'te de görüldüğü üzere, saldırgan modelin içeriğine erişim sağlamadan, yalnızca modelin çalıştığı donanımın güç tüketimi gibi fiziksel izlerini (örneğin, milisaniye düzeyinde zamanla değişen güç değerleri) analiz ederek modelin içyapısına dair bilgi çıkarımı yapabilmektedir.

Şekil 31. Güç Tüketimi Verileri Üzerinden Model Mimarisinin Açığa Çıkarılması



Bu tür bir saldırı senaryosunda; model bir sınıflandırma görevi yürütürken, işlemci tarafından üretilen güç izleri (power traces) hassas ekipmanlar aracılığıyla toplanmakta ve yan kanal analizleri yoluyla modelin katman yapısı, parametreleri veya sınıflandırma çıktıları gibi bilgiler geri elde edilebilmektedir. Görselde bu süreç, sol üstteki gerçek dünya verisinin kara kutu modelde işlenmesi, modelin iç yapısının sağ üstte gösterilmesi ve alt kısımda yer alan zaman-serisi güç izinin analiz edilmesi yoluyla betimlenmiştir.

Bu saldırı türü, özellikle entegre YZ çipleri (ör. IoT cihazları, uç bilişim donanımları) kullanan sistemler için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Modelin doğrudan erişilemediği durumlarda bile dolaylı fiziksel izlerin kullanılması, geleneksel siber güvenlik önlemlerinin yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Bu nedenle donanım güvenliği, YZ sistemlerinin bütüncül güvenliğinde önemli bir boyut olarak ele alınmalıdır.

3.2.3.3.2 Sistemsel Arızalar ve İş sürekliliği

YZ Sistemleri yazılım hataları, model bozulmaları veya donanım kaynaklı arızalar nedeniyle bazı durumlarda çalışamaz hale gelebilmektedirler. Kritik hizmetlerin otomasyonunda bu tür bir kesinti doğrudan kamusal güveni ve iş sürekliliğini tehdit edebilmektedir. Özellikle gerçek zamanlı karar gerektiren alanlarda (örneğin ulaştırma, sağlık hizmetleri veya siber güvenlik) bu tür kesitilerin etkisi büyük olabilmektedir.[1258]

3.2.3.3.3 Kalitesiz Veri ve Ortam Değişikliği

YZ sistemleri eğitildikleri verinin temsil ettiği koşullara göre çalışmakta, zaman içerisinde bu koşullar değiştiğinde modelin performansı olumsuz etkilenebilmektedir. Yeni eğilimler, davranış değişimleri veya dışsal krizler nedeniyle modelin tahmin gücü zayıflayabilmektedir. Yanı sıra; veri kalitesindeki düşüş, eksik veya önyargılı veri kaynakları da sistemin hatalı karar vermesine neden olabilmektedir.[1259]

3.2.3.3.4 Model Güncellemeleri ve Sürüm Yönetimi Eksikliği

YZ modellerinin belirli aralıklarla güncellenmesi gerekmektedir. Ancak bu süreçte yeni sürümün sistemin geneliyle uyumu, önceki sürümlerle karşılaştırmalı performansı ve beklenmeyen davranışlar üretip üretmediği dikkatle denetlenmelidir. Güncellemelerin yetersiz testlerle yayına alınması operasyonel riskleri de arttırabilmektedir.[1260]

3.2.3.3.5 İnsan-Makine Etkileşiminden Kaynaklı Sorunlar

Kullanıcıların YZ sistemlerine fazla güvenmesi ya da hiç güvenmemesi de birtakım riskleri doğurabilmektedir. Otomasyon yanılgısı, yani sistemin her çıktısının doğru kabul edilmesi, insan denetimini devre dışı bırakabilirken, sistemin çıktılarının tamamen göz ardı edilmesi ise fayda üretimini engellemektedir.

3.2.3.3.6 Tedarik Zinciri Bağımlılıkları ve Teknolojiden Kaynaklı Riskler

YZ sistemleri genellikle dış veri sağlayıcıları, API servisleri, bulut platformları gibi çok sayıda bileşenden oluşmaktadır. Bu tedarik zincirindeki herhangi bir bileşende yaşanan aksaklık tüm sistemi etkileyebilmektedir. Ayrıca bu bileşenlerdeki değişikliklerin sistem

---

[1258] Amodei, D., Olah, C., Steinhardt, J., Christiano, P., Schulman, J., & Mané, D. (2016). Concrete problems in AI safety. arXiv preprint arXiv:1606.06565.

[1259] Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. ACM computing surveys (CSUR), 46(4), 1-37.

[1260] Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., ... & Dennison, D. (2015). Hidden technical debt in machine learning systems. Advances in neural information processing systems, 28.

davranışını etkilemesi de yaygın bir operasyonel risk oluşturmaktadır.[1261] Açık kaynak veya üçüncü taraf sağlayıcılar üzerinden temin edilen YZ modelleri, tedarik zinciri boyunca riskler oluşturarak bütünlük ve güvenlik açısından arka kapı yerleştirme gibi saldırılar ile sisteme erken aşamada sızılmasına olanak tanıyabilmektedir.

YZ sistemlerinin başarısı algoritmaların yanı sıra; bu algoritmaların geliştirildiği, çalıştırıldığı ve sürdürüldüğü teknolojik altyapılara da doğrudan bağlı olmaktadır. Bu altyapılar arasında yüksek performanslı donanım, veri merkezleri, yazılım platformları, enerji kaynakları ve tedarik zincirleri yer almaktadır. Bu bileşenlerin eksikliği, dışa bağımlılığı veya sürdürülemezliği; YZ sistemlerinin kullanımını sınırlayarak çeşitli güvenlik, egemenlik, sürdürülebilirlik sorunlarını gündeme getirmektedir. Bu bölümde, YZ alanında karşılaşılan temel teknoloji kaynaklı riskler ele alınmaktadır.

Stanford Human-Centered AI tarafından yayımlanan 2025 Yapay Zekâ Endeks Raporu (AI Index Report 2025); YZ'nin araştırma, uygulama, yönetişim ve kamu algısı gibi çok boyutlu alanlarda nasıl hızla evrildiğini gözler önüne sermektedir. Bu yılki rapor, yalnızca YZ'nin teknik performansını değil; aynı zamanda donanım altyapısı, enerji tüketimi, tedarik zinciri kırılganlıkları ve dijital egemenlik gibi teknolojiden kaynaklı sistemsel riskleri de kapsamlı biçimde ele almaktadır. Raporda özellikle YZ'ye güç veren donanımların sınırlı üretimi, artan karbon salımı ve veriye erişimde yaşanan daralma gibi yapısal konulara da dikkat çekilmektedir[1262].

3.2.3.3.6.1 Çip Yetersizliği ve Donanım Bağımlılığı

YZ sistemlerinin eğitimi ve işletimi, olağanüstü bir hesaplama gücü ihityacı doğurmaktadır. Bu ihtiyaç, özellikle grafik işlem birimleri (GPU), tensör işlem birimleri (TPU) ve YZ'ye özel çipler gibi yüksek performanslı donanımlara olan talebi dramatik biçimde artırmaktadır. Ancak bu donanımların üretiminin hâlâ sınırlı sayıda firma ve ülkenin tekelinde olduğu görülmektedir. Bu durum hem tedarik zinciri kırılganlıklarını artırmakta hem de teknolojik egemenlik açısından ciddi riskler doğurmaktadır. 2025 AI Index Raporu göre makine öğrenmesi donanımlarında yıllık bazda 16-bit işlem gücünde %43'lük bir performans artışı (16-bit işlem gücünde), %30 oranında maliyet düşüşü ve %40 oranında enerji verimliliği kazanımı sağlandığını ortaya koymaktadır[1263]. Ancak bu olumlu eğilimlere rağmen, büyük

[1261] Brundage, M., Avin, S., Wang, J., Belfield, H., Krueger, G., Hadfield, G., ... & Anderljung, M. (2020). Toward trustworthy AI development: mechanisms for supporting verifiable claims. arXiv preprint arXiv:2004.07213.
[1262] https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report
[1263] https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report

modellerin eğitimi için gerekli hesaplama gücünün her 5 ayda bir iki katına çıktığı (örneğin GPT-4, Llama 3 gibi modeller) vurgulanmaktadır. Bu da arz-talep dengesini tehdit eden ve gelişmekte olan ülkelerin büyük ölçekli modeller geliştirmesini neredeyse imkânsız hale getiren yapısal bir baskı yaratmaktadır.

2024 yılı itibarıyla Microsoft, Amazon ve Google gibi şirketler YZ altyapılarını desteklemek için nükleer enerjiyle çalışan veri merkezleri planlamış ve bu kapsamda milyar dolarlık enerji anlaşmaları yapmıştır.[1264] Bu eğilim, yalnızca donanım değil, aynı zamanda enerji kaynaklarına erişimin de stratejik rekabette belirleyici hale geldiğini göstermektedir. Bu bağlamda: donanım üretiminin birkaç ülkeye bağımlı olması, kritik çip teknolojilerinde yerli üretim eksikliği, enerji altyapısının yetersizliği ve küresel çip krizlerine karşı kırılganlık, gelişmekte olan ülkeler açısından YZ'de derin bir stratejik eşitsizlik doğurmaktadır. Teknolojik bağımsızlık hedefleyen ülkelerin; ulusal çip stratejilerini geliştirmeleri, kamuya ait yüksek performanslı veri merkezleri kurmaları ve dijital altyapı yatırımlarını güçlendirmeleri bu kırılganlığın azaltılması bakımından kritik önem taşımaktadır.

3.2.3.3.6.2 Tedarik Zinciri Kırılganlıkları ve Jeopolitik Riskler

YZ bileşenlerinin üretiminde yoğunlaşan küresel tedarik zincirleri, ülkeleri dışa bağımlı hale getirmektedir. ABD'nin Çin'e uyguladığı çip ambargoları gibi politik gelişmeler, YZ projelerinde kesintilere neden olabilmekte ve stratejik teknolojik egemenlik sorunlarını gündeme getirmektedir.[1265]

YZ sistemlerinin geliştirilmesi ve çalıştırılması için gerekli olan donanım, yazılım, veri ve enerji altyapıları, küresel ölçekte sınırlı sayıda aktörün elinde yoğunlaşmıştır. Özellikle çip üretimi, yüksek performanslı veri merkezleri, özel donanım üretimi (örneğin GPU/TPU) ve bazı kritik yazılım platformları; ABD, Çin, Tayvan ve Güney Kore gibi ülkelerin egemenliğinde bulunmaktadır. Bu durum, YZ ekosisteminin küresel tedarik zincirine karşı kırılgan ve jeopolitik gelişmelere karşı savunmasız hale gelmesine yol açmaktadır.

3.2.3.3.6.2.1 Yapay Zekâ Geliştirme Sürecinde Tedarik Zinciri Bağımlılığı

2025 AI Index Raporu'na göre, YZ modellerinin gelişimi donanım ve enerjiye olan bağımlılığı giderek arttırmaktadır Özellikle büyük ölçekli modellerin eğitimi için gerekli olan

[1264] https://trellis.net/article/amazon-google-meta-and-microsoft-go-nuclear/
[1265] OECD. (2021). Global Value Chains and AI.

işlem gücünün her 5 ayda bir iki katına çıkması, donanım tedarikine olan gereksinimi artırmaktadır.[1266] Ayrıca:

- Çip üretiminin büyük bölümü TSMC (Tayvan) ve Samsung (Güney Kore) gibi birkaç üretici tarafından gerçekleştirilmekte,
- Donanım bileşenleri ve model eğitimi için gereken enerji kaynakları sınırlı ve önemli ölçüde dışarıdan temin edilmekte,
- YZ modellerinde kullanılan yazılım altyapıları (örneğin PyTorch, TensorFlow) da büyük ölçüde küresel teknoloji devlerinin kontrolünde bulunmaktadır.

Bu durum, jeopolitik krizler, yaptırımlar, ticaret savaşları ve doğal afetler gibi dışsal olaylara karşı yüksek düzeyde kırılganlık yaratmaktadır.

3.2.3.3.6.2.2 Jeopolitik Gerilimlerin Teknolojiye Yansıması

ABD'nin Çin'e yönelik uyguladığı gelişmiş yarı iletken ihracat kısıtlamaları (2022–2024) sonucunda, Çinli teknoloji şirketlerinin bazı büyük YZ modellerini eğitmesi fiilen imkânsız hâle gelmiştir. Benzer şekilde; Tayvan Boğazı'nda yaşanabilecek olası bir çatışma, küresel çip tedarikinin çok büyük bir bölümünü riske atma potansiyeli taşımaktadır.

2024 yılında Çin, 47.5 milyar dolarlık bir ulusal yarı iletken fonu başlatarak bu bağımlılığı azaltmayı hedeflemiştir. AB ise EU Chips Act ile çip üretiminde yerli kapasiteyi artırmayı amaçlamaktadır.[1267]

3.2.3.3.6.3 Türkiye Bağlamında Değerlendirme

Türkiye'de YZ ekosisteminin gelişimi son yıllarda önemli bir ivme kazanmış olsa da yüksek performanslı hesaplama altyapısı, çip teknolojilerinde yetkinlik ve veri merkezi kapasitesi gibi alanlarda stratejik kısıtlar bulunmaktadır. Kamu kurumları ve üniversiteler genellikle ithal GPU sistemlerine bağımlı çalışmakta, büyük dil modelleri gibi yüksek kapasiteli sistemleri yerli altyapı üzerinde eğitmekte zorlanmaktadır. Türkiye, YZ sistemlerinin uygulanmasında çoğunlukla dış kaynaklı donanım ve platformlara bağımlı bir konumdadır. Bu tablo, özellikle savunma, sağlık ve adalet gibi yüksek güvenlik hassasiyeti olan sektörlerde dışa bağımlılığı ve kırılganlığı artırmakta; kritik dijital egemenlik sorunlarını gündeme getirmektedir. Ayrıca küresel çip krizleri gibi olaylar, yerli YZ sistemlerinin zamanında hayata geçirilmesini zorlaştırmakta, Ar-Ge süreçlerini yavaşlatmaktadır.

Öte yandan, Türkiye'nin bulunduğu jeopolitik konum, YZ donanım ve veri tedarik yolları

[1266] *European Parliament (2023), EU Chips Act: Strategic Autonomy and Semiconductors.*
[1267] https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf

açısından stratejik bir avantaj sunmakla birlikte, bölgesel çatışmalara karşı da bir kırılganlık oluşturmaktadır. Türkiye'nin YZ'de daha dirençli bir yapı kurması için tedarik çeşitlendirmesi, yerli üretim ve stratejik stok planlaması gibi politikaları hayata geçirmesi önem arz etmektedir.

3.2.3.3.7 Yasal ve Düzenleyici Uyum Sorunları

Özellikle kamu hizmetlerinde YZ sistemlerinin çıktıları, ilgili yasal çerçeve ile uyumlu olmalıdır. Şeffaflık, hesap verebilirlik, ayrımcılığın önlenmesi gibi yükümlülüklerin yerine getirilmediği durumlarda sadece operasyonel değil aynı zamanda yasal sonuçlar da doğabilmektedir.[1268]

3.3 RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

YZ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte ortaya çıkan risklerin sadece tanımlanması yeterli değildir; bu risklerin etkileri, olasılıkları ve bağlama özgü öncelikleri dikkate alınarak değerlendirilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Etkili bir YZ risk yönetimi için, tanımlanan risklerin sistematik bir biçimde analiz edilmesi, göreli önem derecelerine göre önceliklendirilmesi ve uygun müdahale stratejileriyle ele alınması kritik öneme sahiptir. Bu süreç, hem kaynakların etkin kullanılmasını hem de yüksek etkili ve yüksek olasılıklı risklere karşı zamanında ve orantılı önlemler alınmasını mümkün kılmaktadır.

Risk değerlendirme ve önceliklendirme yaklaşımları çoğu zaman etki–olasılık matrisleri, çok kriterli karar analizleri, senaryo temelli değerlendirme araçları ve etki alanı temelli sınıflandırmalar üzerinden yürütülmektedir. Bununla birlikte; YZ'nin çok boyutlu ve öngörülemez doğası, klasik risk değerlendirme yöntemlerinin ötesinde etik, sosyal ve sistemik etkileri de içeren daha bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır. Bu bölümde, risklerin çok boyutlu değerlendirilmesine ilişkin genel ilkeler açıklanacak; ardından YZ'ye özgü risklerin hangi kriterlere göre önceliklendirilmesi gerektiğine dair öneriler sunulacaktır.

Türkiye bağlamında YZ'ye ilişkin risklerin değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi süreci sadece teknolojik etkileri değil, aynı zamanda idari kapasiteyi, düzenleyici altyapıyı ve toplumsal hassasiyetleri de dikkate almalıdır. Kamu idareleri, sınırlı kaynaklarla çok boyutlu riskler arasında seçim yapmak durumunda kaldıklarında hangi risklerin daha acil, hangi alanların daha kırılgan ve hangi müdahalelerin daha etkili olacağını belirlemek zorundadır. Bu noktada önceliklendirme, sadece teknik bir analiz aracı değil; aynı zamanda kamu yararını

[1268] Wachter, S., Mittelstadt, B., & Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the general data protection regulation. International data privacy law, 7(2), 76-99.

gözeten stratejik bir yönetişim pratiği olarak ele alınmalıdır. Bu bölümde sunulan yaklaşımlar, Türkiye'deki karar vericilerin ve kamu kurumlarının risk yönetimi süreçlerine bütüncül, uygulanabilir ve sürdürülebilir bir zemin sağlamayı amaçlamaktadır.

YZ sistemlerinden kaynaklanan risklerin etkili bir biçimde yönetilebilmesi, yalnızca bu risklerin tanımlanmasıyla değil; aynı zamanda olasılık, etki, müdahale kapasitesi ve toplumsal hassasiyetler gibi çok boyutlu kriterlere göre önceliklendirilmesiyle mümkündür. Uluslararası standart kuruluşları ve politika üreticileri, YZ risklerinin değerlendirilmesinde bütüncül çerçeveler geliştirmiştir. OECD[1269] ve NIST AI RMF[1270], risklerin bağlama özgü olarak etki ve olasılık temelli değerlendirilmesini önerirken; ISO/IEC 23894[1271], kurumsal risk yönetimi yaklaşımını sistematik hale getiren teknik kriterler sunmaktadır. Avrupa Komisyonu'nun Güvenilir Yapay Zekâ için Etik Rehberi[1272] ile FLORIDI ve arkadaşları ise, hak temelli, etik ve sosyal boyutları önceliklendirme sürecine entegre etmeyi önermektedir[1273].

YZ sistemlerinin güvenilir, güvenli ve etik ilkelere uygun bir şekilde geliştirilmesi, bu sistemlerin karşılaşabileceği risklerin hem teknik hem de yönetişim boyutunda etkin biçimde yönetilmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda, farklı kurum ve araştırma kuruluşları tarafından geliştirilen araçlar ve çerçeveler, YZ risk yönetimi sürecinde kritik rol oynamaktadır. Tablo 10'da karşılaştırmalı olarak sunulan bu araçlar, farklı disiplinlerden gelen metodolojileri biraraya getirerek hem teknik hem de politika düzeyinde karar destek sağlamaktadır. Bazı araçlar YZ yaşam döngüsünün tüm aşamalarına yönelik kapsamlı risk taksonomileri sunarken, bazıları ise doğrudan tehdit modelleme ve güvenlik testleri gibi teknik odaklı uygulamalara yönelmektedir. Olay ve arıza veri tabanları ise geçmişte yaşanan sistemsel hataları ve olumsuz etkileri belgeleyerek, gelecekte benzer risklerin önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Bu çeşitlilik politika yapıcıların, denetim organlarının ve geliştiricilerin kendi ihtiyaçlarına en uygun araç setini seçebilmesine ve risk yönetim stratejilerini kanıta dayalı biçimde şekillendirmesine olanak tanımaktadır.

[1269] https://www.oecd.org/en/publications/oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems_cb6d9eca-en.html

[1270] https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework

[1271] https://www.iso.org/standard/77304.html

[1272] https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai

[1273] Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M. et al. AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. Minds & Machines 28, 689–707 (2018). https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5.

Tablo 10. YZ Risk Yönetimi Araçları ve Çerçevelerinin Karşılaştırmalı Matrisi

Araç	Geliştirici	Odak Alanı	Kullanım Alanı	Kapsadığı Risk Türleri
IBM AI Risk Atlas[1274]	IBM Research	Yaşam Döngüsü Risk Taksonomisi	Yönetim ve politika tasarımı	Etik, teknik, yasal
MITRE ATLAS[1275]	MITRE	Adversarial Threat Intelligence	Tehdit modellemesi ve kırmızı takım	Güvenlik, sağlamlık
MIT AI Risk Repository[1276]	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Yapay Zekâ Arızaları ve Olayları	Araştırma ve denetim	Tarihsel/sistemik riskler
AI Incident Database (AIID)[1277]	Partnership on AI	YZ Zararları Arşivi	Gazetecilik, kamu politikası	Ayrımcılık, zarar, kötüye kullanım
OECD AI Incidents Monitor[1278]	OECD	Küresel Politika Takibi	Karşılaştırmalı değerlendirme ve uyumluluk	Emniyet, ayrımcılık, güven

Tablo 11, uluslararası çerçevelerden ve literatürden hareketle oluşturulmuş, çok boyutlu bir YZ risk önceliklendirme kriterleri setini yansıtmaktadır. Kriterler, kamu kurumları ve politika yapıcıların sınırlı kaynaklar ve çoklu risk ortamında karar alma süreçlerini sistematikleştirmelerine yardımcı olacak biçimde yapılandırılmıştır.

[1274] IBM, AI Risk Atlas, https://www.ibm.com/docs/en/watsonx/saas?topic=ai-risk-atlas.(Erişim Tarihi:08.08.2025)
[1275] MITRE, MITRE ATLAS,https://atlas.mitre.org/ .(Erişim Tarihi:08.08.2025)
[1276] Massachusetts Institute of Technology (MIT), MIT AI Risk Repository, https://airisk.mit.edu/ .(Erişim Tarihi: 08.08.2025)
[1277] AID, AI Incident Database, https://incidentdatabase.ai/ . Erişim Tarihi: 08.08.2025.
[1278] OECD AI,AIM: AI Incidents and Hazards Monitor, https://oecd.ai/en/incidents?search_terms=%5B%5D&and_condition=false&from_date=2014-01-01&to_date=2025-06-12&properties_config=%7B%22principles%22:%5B%5D,%22industries%22:%5B%5D,%22harm_types%22:%5B%5D,%22harm_levels%22:%5B%5D,%22harmed_entities%22:%5B%5D%7D&only_threats=false&order_by=date&num_results=20. Erişim Tarihi: 08.08.2025

Tablo 11. YZ Risk Önceliklendirme Tablosu

Kriter	Tanım	Değerlendirme Sorusu
Etkisinin Şiddeti	Risk gerçekleştiğinde ortaya çıkaracağı zararın büyüklüğü (birey, toplum, çevre veya sistem açısından)	Bu risk gerçekleşirse kim ne ölçüde ve ne kadar süreyle etkilenecektir?
Gerçekleşme Olasılığı	Riskin kısa veya orta vadede gerçekleşme ihtimali	Bu riskin gerçekleşme ihtimali nedir? Yakın geçmişte benzer vakalar oldu mu?
Etkilenen Haklar ve Değerler	Riskin temel haklar (özgürlük, mahremiyet, adalet vb.) üzerindeki etkisi	Bu risk, hangi anayasal veya etik değere doğrudan zarar verebilir?
Etkilenen Nüfusun Kırılganlığı	Riskten etkilenecek grupların sosyoekonomik kırılganlığı	Risk özellikle hassas grupları (çocuklar, yaşlılar, kısıtı bulunan bireyler vb.) etkiliyor mu?
Geri Dönülemezlik	Risk gerçekleştiğinde oluşacak zararın geri alınabilir olup olmadığı	Oluşacak etki kalıcı mı, telafisi mümkün mü?
Yönetişim ve Müdahale Yeteneği	Kurumların bu riske müdahale kapasitesi ve düzenleyici araçlarının yeterliliği	Kurumlar bu riski önceden tespit edip müdahale edebilir mi?
Sistemik Yayılma Potansiyeli	Riskin başka alanlara yayılma ve zincirleme etki oluşturma olasılığı	Bu risk başka sektörleri, kurumları veya sistemleri tetikler mi?

Sunulan değerlendirme kriterleri hem uluslararası iyi uygulamalardan hem de etik ve sosyal etki odaklı literatürden beslenmekte olup Türkiye'de kamu kurumlarının YZ risklerine dair şeffaf, hesap verebilir ve önleyici kararlar alabilmesine yardımcı olacak şekilde uyarlanmıştır. Bu çerçeve yalnızca mevcut risklerin sınıflandırılması için değil, aynı zamanda risk azaltma stratejilerinin tasarımı, mevzuat geliştirme süreçleri ve kurumsal kapasite inşası açısından da güçlü bir temel sunmaktadır. İzleyen bölümlerde, belirlenen önceliklerin politika yapım süreçlerine nasıl entegre edilebileceği ve etkili müdahale mekanizmalarının nasıl geliştirilebileceği ele alınacaktır.

Bu kapsamda, YZ risklerinin etkin yönetimi için kritik öneme sahip üç temel alan detaylandırılacaktır. İlk olarak, risklerin zaman içinde izlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla geliştirilecek izleme ve sürekli değerlendirme mekanizmaları ele alınacaktır. Ardından, kamu kurumları, özel sektör ve sivil toplum arasındaki iş birliği ve bilgi paylaşımını güçlendirmeyi amaçlayan kurumlar arası koordinasyon stratejileri incelenecektir. Son olarak, YZ uygulamalarının etik standartlara uygunluğunu sağlamaya yönelik etik kurulların kurulması ve rehber ilkelerin geliştirilmesi üzerinde durulacaktır.

Bu kapsamda, söz konusu alanlar hem Türkiye'nin özgün ihtiyaçları hem de uluslararası iyi uygulamalar ışığında değerlendirilecek ve uygulanabilir öneriler sunulacaktır.

3.3.1 İzleme ve Sürekli Değerlendirme

YZ sistemlerinin riskleri dinamik ve sürekli değişen bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, risk yönetimi sürecinin sadece başlangıç aşamasındaki değerlendirmelerle sınırlı kalmaması; zaman içinde gelişen teknolojik yenilikler, kullanım alanları ve toplumsal koşullar doğrultusunda sürekli izleme ve güncelleme mekanizmaları ile desteklenmesi gerekmektedir.

İzleme aşaması YZ sistemlerinin performansına, güvenlik durumlarına ve ortaya çıkan yeni risklere ilişkin verilerin düzenli olarak toplanmasını ve analiz edilmesini içermektedir. Bu veriler ışığında risklerin etkisi ve öncelikleri yeniden değerlendirilir, böylece risk yönetimi süreçleri güncel kalır ve etkinliği artırılır.

Sürekli değerlendirme, yalnızca teknik riskler için değil; etik, sosyal ve ekonomik etkilerin de takip edilmesini kapsamaktadır. Bu kapsamda, kullanıcı geri bildirimleri, toplumsal algı çalışmaları ve hukuki uyumluluk denetimleri gibi çok boyutlu veri kaynakları kullanılmalıdır. Ayrıca, gelişen uluslararası standartlar ve düzenleyici çerçeveler takip edilerek Türkiye'deki uygulamalar ile uyum sağlanmalıdır.

Türkiye'de kamu kurumları için bu izleme sürecinin kurumsal kapasite, teknoloji altyapısı ve insan kaynağı açısından güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, YZ risklerine ilişkin erken uyarı sistemlerinin kurulması, düzenli raporlama ve şeffaf iletişim mekanizmalarının oluşturulması hem politika yapıcıların hem de kamuoyunun bilinçlendirilmesini sağlayacaktır.

3.3.2 Kurumlar Arası Koordinasyon

YZ risklerinin etkin yönetimi, farklı kamu kurumları, özel sektör aktörleri, akademi ve sivil toplum gibi paydaşlar arasında güçlü bir iş birliği ve koordinasyon gerektirmektedir. Her kurumun kendi yetki ve sorumlulukları dâhilinde hareket ettiği bu alanda; bilgi paylaşımı yapmak, ortak politika geliştirme ve koordineli müdahale mekanizmaları oluşturmak hayati önemdedir.

Kurumlar arası koordinasyon; risklerin kapsamlı şekilde tanımlanmasını ve önceliklendirilmesini kolaylaştırarak, böylece kaynakların etkin kullanımı ve müdahale süreçlerinin uyumlu bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Ayrıca, koordinasyon eksikliği risklerin gözden kaçmasına veya farklı kurumların paralel ve uyumsuz uygulamalarına yol açabilmektedir.

Türkiye'de YZ alanındaki mevcut idari yapılar, farklı sektörlerdeki dijital dönüşüm süreçleri ve düzenleyici kurumlar göz önüne alındığında, etkin bir koordinasyon mekanizmasının tasarımı ve uygulanması stratejik bir gerekliliktir. Bu kapsamda, ortak

platformlar, düzenli iletişim kanalları ve görev paylaşımı çerçeveleri oluşturulmalı; kritik riskler konusunda erken uyarı ve kriz yönetimi iş birliği geliştirilmelidir.

Son olarak, uluslararası iş birliği de göz ardı edilmemelidir. YZ teknolojilerinin küresel doğası, sınır ötesi risklerin yönetimini zorunlu kılmakta; bu nedenle Türkiye'nin uluslararası standartlar ve iyi uygulamalarla uyumlu hareket etmesi, ayrıca bölgesel ve küresel platformlarda aktif rol alması önem taşımaktadır.

3.3.3 Etik Kurullar ve Rehber İlkeler

YZ uygulamalarının toplumda güven yaratması ve insan haklarına saygılı şekilde geliştirilip kullanılabilmesi için etik kurulların oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu kurullar, YZ'nin yol açabileceği etik sorunları önceden tespit etmek, değerlendirmek ve çözüm önerileri sunmakla görevlidir. Ayrıca, politika yapıcılar, geliştiriciler ve kullanıcılar için etik rehber ilkeler oluşturularak; rol, standartlar ve sorumluluklar açık bir çerçevede tanımlanır.

Etik kurulların rolü, yalnızca etik değerlere uygunluğu denetlemekle kalmayıp; aynı zamanda şeffaflık, hesap verebilirlik ve katılımcılık gibi temel ilkeleri koruyarak toplumun YZ'ye olan güvenini de artıracaktır. Bu mekanizmalar, YZ projelerinin tasarımından uygulama ve izleme aşamasına kadar süreç boyunca rehberlik sağlamaktadır.

Türkiye'de YZ etiği alanında kamu ve özel sektörde etik kurulların kurulması, uluslararası iyi uygulamalarla uyumlu rehberlerin geliştirilmesi ve bu ilkelerin mevzuata entegrasyonu, teknolojinin sorumlu kullanımına önemli katkılar sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, etik ilkelerin yaygınlaştırılması için farkındalık artırıcı eğitim programları ve kamu bilgilendirme kampanyaları düzenlenmelidir.

3.4 SONUÇ VE ÖNERİLER

3.4.1 Uluslararası Eğilimler ve Türkiye İçin Değerlendirme

3.4.1.1 Uluslararası Eğilim

YZ risklerini yönetmeye yönelik küresel çabalar, OECD, UNESCO, NIST ve ISO'nun çalışmalarıyla önemli ölçüde şekillenmiştir. OECD; kapsayıcı, şeffaf ve hesap verebilir YZ'yi teşvik eden ilk hükümetler arası onaylı Yapay Zekâ İlkelerini 2019'da oluşturmuş ve OECD.AI Gözlemevi ve yakında çıkacak olan Yapay Zekâ Risk Sınıflandırma Çerçevesi aracılığıyla liderlik etmeye devam etmektedir. Bunu tamamlayan UNESCO, 2021'de tüm 193 üye devlet tarafından desteklenen, etik etki değerlendirmelerini, insan hakları güvencelerini ve sürdürülebilirlik önlemlerini zorunlu kılan çığır açıcı bir normatif araç olan Yapay Zekâ

Etiği Tavsiyesi'ni kabul etmiştir. ABD'de NIST, 2023'te kuruluşların YZ risklerini yönetmesine ve azaltmasına yardımcı olmak için gönüllü, yaşam döngüsü tabanlı bir kılavuz olan Yapay Zekâ Risk Yönetimi Çerçevesi'ni (AI RMF 1.0) yayınlamıştır. Teknik standartlar cephesinde, ISO, AI odaklı komitesi ISO/IEC JTC 1/SC 42 aracılığıyla, YZ risk yönetimi için ISO/IEC 23894 ve YZ sistemlerini yönetmek için bir yönetim sistemi standardı olan ISO/IEC 42001 gibi temel küresel standartlar geliştirmiştir. Bu kurumlar birlikte, etik, risk azaltma ve teknik güvenceyi harmanlayarak sorumlu YZ yönetimi için çok seviyeli ve birlikte çalışabilir bir temel sunmaktadır.

ABD, YZ risk yönetimine gönüllü, sektöre özgü ve teknik olarak temellendirilmiş çerçeveler aracılığıyla yaklaşmaktadır. Öncü araç, kuruluşlara YZ risklerini yönetmek, haritalamak, ölçmek ve idare etmek için yaşam döngüsü tabanlı bir yöntem sunan NIST YZ Risk Yönetim Çerçevesi'dir (AI RMF 1.0).[1279] Bu, federal kurumlara kamu güvenliği, medeni haklar ve siber güvenlik gibi alanlarda riskleri değerlendirme ve azaltma zorunluluğu getiren YZ Yürütme Emri (2023)[1280] ile tamamlanmaktadır. Henüz federal bir YZ yasası olmasa da, özellikle sınır YZ modelleriyle ilgili olmak üzere çok sayıda eyalet düzeyinde yasa tasarısı ve gönüllü güvenlik taahhüdü ortaya çıkmış olup bunlar OpenAI, Google ve Meta gibi şirketlerin güvenlik taahhütleriyle desteklenmiştir.

AB, Ağustos 2024'te yürürlüğe giren ve kademeli, risk tabanlı bir düzenleyici yaklaşım getiren yasal olarak bağlayıcı Yapay Zekâ Yasası ile küresel bağlamda öncülük etmektedir. Bu yasaya göre sistemler "kabul edilemez risk" (yasaklanmış), "yüksek risk" (sıkı yükümlülüklere tabi) veya "sınırlı/asgari risk" (hafif veya hiç düzenleme olmadan) olarak kategorize edilmektedir. Yüksek riskli YZ sistemleri uygunluk değerlendirmelerinden geçmeli, günlükleri tutmalı, insan denetimini sağlamalı, şeffaflık ve sağlamlık gerekliliklerine uymalıdır. Her üye devlet, İspanya'daki AESIA gibi uyumluluğu denetlemek için ulusal bir denetim otoritesi belirlemelidir.

Birleşik Krallık, 2023 tarihli Beyaz Bülteninde belirtildiği gibi, YZ düzenlemesi için ilkelere dayalı ve yenilikçi bir modeli tercih etmektedir. Birleşik Krallık, tek bir YZ yasası dayatmak yerine, risk yönetimi sorumluluklarını beş temel ilkeyi yorumlayan ve uygulayan sektörel düzenleyiciler (örneğin sağlık, finans, ulaşım) arasında dağıtmaktadır: güvenlik, şeffaflık, adalet, hesap verebilirlik ve itiraz edilebilirlik. Birleşik Krallık ayrıca, teknik testler, model kırmızı takımı ve politika deneyleri yoluyla sınır modellerinin güvenliğini ve uyumunu

[1279] https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/nist.ai.100-1.pdf
[1280] https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/removing-barriers-to-american-leadership-in-artificial-intelligence/

değerlendiren YZ Güvenlik Enstitüsünü kurmuştur. Öte yandan; Birleşik Krallık Bilim, Yenilik ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayınlanmış olan "Uluslararası Yapay Zekâ Güvenliği Raporu 2025",[1281] otuz ülkedeki uzmanların ve önemli uluslararası kuruluşların içgörüleriyle gelişmiş YZ'nin güvenlik yönlerini derinlemesine incelemektedir. YZ riskleri ve güvenlik stratejilerine ilişkin küresel bakış açılarını kapsamaktadır. Rapor, YZ risklerinin etkili yönetiminin, YZ sistemlerinin güvenli ve faydalı bir şekilde konuşlandırılmasını sağlamak için sürekli bilimsel araştırma, uluslararası iş birliği ve proaktif politika geliştirme gerektireceğini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, YZ'nin potansiyelinden sorumlu bir şekilde yararlanırken zararlarına karşı koruma sağlamak için devam eden diyalog ve güvenlik iyileştirmelerine ihtiyaç duyulduğunun altı çizilmektedir.

Çin, belirli kullanım durumlarını hedefleyen merkezi, bağlayıcı düzenlemeler aracılığıyla YZ risk yönetimini zorunlu kılmaktadır. Çin Siber Uzay İdaresi (CAC), sağlayıcıların dağıtımdan önce güvenlik ve etik risk değerlendirmeleri yapmasını gerektiren öneri algoritmaları ve üretken YZ sistemleri hakkında kurallar yayınlamıştır. Bu sistemler; yanlış bilgilendirme, sosyal istikrar ve "sosyalist temel değerlerle" uyumla ilgili standartlara uymalıdır. Çin ayrıca bilgi işlem altyapısı koordinasyonuna (örn. C2NET) ve gerçek zamanlı model izleme mekanizmalarına büyük yatırımlar yapmaktadır.

Japonya, İnsan Merkezli Yapay Zekâ Sosyal İlkeleri ve Yapay Zekâ Yönetişim Kılavuzları'nda kök salmış, YZ risk yönetimine yönelik yumuşak hukuk yaklaşımını benimsemektedir. Japonya; katı risk kademeleri tanımlamak yerine, alan-spesifik etki ve yasal uyumluluk temelinde bağlamsal değerlendirmeyi vurgulamaktadır. Bağlayıcı YZ mevzuatı olmamasına rağmen, Japonya etik temelli öz düzenlemeyi teşvik etmekte ve YZ geliştiricilerini insan gözetimi ve şeffaflık uygulamalarını uygulamaya teşvik etmektedir. Uluslararası alanda, Japonya, G7 başkanlığı altında Hiroşima Yapay Zekâ Süreci aracılığıyla YZ risk yönetişimini şekillendirmede liderlik rolü üstlenmiştir.

Kanada, Dijital Tüzüğü' nün (Bill C-27) bir parçası olarak bağlayıcı bir risk tabanlı yasa olan Yapay Zekâ ve Veri Yasası'nı (AIDA) geliştirmektedir. AIDA; sağlık, güvenlik veya temel hakları önemli ölçüde etkileyebilecek "yüksek etkili" YZ sistemlerini hedeflemekte ve kuruluşların ilişkili riskleri tanımlamasını, değerlendirmesini ve azaltmasını gerektirmektedir. Yükümlülükler arasında dokümantasyon, olay raporlaması, risk azaltma planları ve düzenleyici kayıt yer almaktadır. Uygulama mekanizmaları arasında ise mali cezalar ve uyum emirleri yer almaktadır. Yasanın 2025 yılı bitmeden yürürlüğe girmesi

[1281] https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025

hedeflenmiş olsa da yasa henüz yürürlüğe girmemiştir.

Singapur, YZ risk yönetiminde bölgesel bir lider olup, Model YZ Yönetim Çerçevesi (ilk olarak 2019'da yayınlandı, 2024'te güncellendi) aracılığıyla pragmatik, modüler bir yaklaşım uygulamaktadır. Çerçeve; risk değerlendirme matrisleri, iç kontrol mekanizmaları ve denetim şablonlarını içermektedir. Infocomm Medya Geliştirme Kurumu (IMDA) ayrıca geliştiricileri olasılıksal risk sınıflandırması, filigranlama ve sorumlu açıklama benimsemeye teşvik eden üretken YZ için yönergeler yayınlamıştır. Bu çabalar ile yenilikçiliğin sorumlu bir dağıtımla dengelenmesi amaçlanmaktadır.

Avustralya, YZ risk yönetimi yaklaşımını gönüllü etik rehberlikten daha resmi düzenlemelere doğru geliştirmektedir. Hükümet başlangıçta YZ Etik İlkelerini onaylamış olsa da; biyometri, ceza adaleti ve öngörücü analiz gibi yüksek riskli uygulamalar için zorunlu korumalar önermektedir. Bunlara algoritmik etki değerlendirmeleri, şeffaflık ve insan incelemesi gereklilikleri dahildir. Avustralya, savunma alanında uluslararası insancıl hukuk ve Madde 36 silah incelemelerine uygun olarak askeri YZ'yi yöneten DSTG'nin MEAID çerçevesi aracılığıyla risk yönetimini uygulamaktadır.

Güney Kore, ulusal inovasyon politikasını YZ güvenliği konusunda çok taraflı iş birliğiyle birleştirmektedir. YZ Seul Zirvesi'nde (2024) hükümet, sınır YZ modelleri için küresel iş birliğini ve risk azaltmayı teşvik eden Seul Deklarasyonu'na bağlı kalmıştır. Ayrıca, yüksek riskli YZ sistemlerini değerlendirecek, standart geliştirmeyi destekleyecek ve model değerlendirme araçları konusunda uluslararası iş birliği yapacak ulusal bir YZ Güvenlik Enstitüsü'nün kurulacağını duyurmuştur.

3.4.1.2 Türkiye'de Mevcut Durum

Bilindiği üzere Türkiye'nin YZ alanındaki kurumsal yönetişim kapasitesini artırmak ve bu alanda stratejik bir çerçeve oluşturmak amacıyla hazırlanan UYZS, 20 Ağustos 2021 tarihli ve 31574 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 2021/18 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile yürürlüğe girmiştir. Stratejide "Güvenilir ve Sorumlu Yapay Zekâ" nın inşa edilmesi "Stratejik Öncelik 4: Sosyoekonomik Uyumu Hızlandıracak Düzenlemeleri Yapmak" altında ele alınmaktadır.

Güvenilir ve Sorumlu YZ Ekosisteminin oluşturulmasına yönelik yürütülen çalışmalar kapsamında; uluslararası düzenlemelere de uyum sağlanarak, ülkemizde YZ'nin güvenli ve sorumlu kullanımını temin edecek standartlar, mevzuat, rehberler ve denetim araçlarını kapsayan bir yapının oluşturulması hedeflenmektedir. Oluşturulacak düzenleme ve yönetişim çerçevesi YZ ürün ve hizmetlerinin güvenli ve sorumlu şekilde geliştirilmesine, bu ürün ve

hizmetlerin risklerinin yönetimine yönelik tedbirlerin alınarak etkin şekilde denetlenmesine olanak tanıyacaktır. Bu süreç gerek vatandaşın haklarının olası ihlal ve risklere karşı korunması, gerekse sağlanacak güven ortamıyla yerli ve milli YZ teknolojilerinin geliştirilmesi için zemin teşkil etmesi bakımından önem arz etmektedir.

Öte yandan Komisyon çalışmaları kapsamında YZ teknolojilerinin kullanımına ve bu sistemlerin yol açabileceği olası risklerin farkındalık düzeyine ilişkin mevcut durumu analiz etmek amacıyla bir anket çalışması yürütülmüştür. Anket çalışması; Türkiye'deki kurumsal YZ ekosistemine dair genel bir resim ortaya koymanın yanı sıra; risk yönetimi, etik ilke uygulamaları ve kapasite geliştirme alanlarında ihtiyaçları tespit etmek ve nihai durumda oluşturulacak politika süreçlerine katkı sağlamak adına oluşturulmuştur.

Kurum Profili ve YZ Uygulama Durumu, YZ Risk Farkındalığı ve Değerlendirme, Risk Yönetimi Uygulamaları, Kapasite ve Politika İhtiyaçları olmak üzere dört ana başlıktan oluşan mini anket çalışması, kamu kurumlarının büyük bir bölümünün YZ teknolojilerini öncelikli olarak iş süreçlerinde verimlilik artışı sağlama amacıyla kullanmayı hedeflediğini göstermektedir. Bununla birlikte, kurumlar yapay zekânın karar verme kalitesini iyileştirme ve tahminleme/karar destek sistemlerinde kullanımı gibi daha stratejik alanlardaki potansiyel katkılarına da dikkat çekmiştir.

Anket sonuçlarında öne çıkan bir diğer bulgu ise, kurumların önemli bir kısmının kapsamlı bir yasal çerçevenin eksikliği konusunda hemfikir olduğudur. Katılımcılar yapay zekâya dair düzenlemelerin yetersiz olduğunu ve bu teknolojilerin yaygın, güvenilir ve etik kullanımı için daha net ve yönlendirici mevzuat altyapısına ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu durum, kamu kurumlarının yalnızca teknik kapasite değil, aynı zamanda düzenleyici netliğe de ihtiyaç duyduğuna işaret etmektedir.

Buna karşılık, "Bilmiyoruz/herhangi bir uyum hedeflenmemektedir" seçeneğini işaretleyen kurumlar da bulunmaktadır. Bu durum, bazı kamu kurumlarında henüz yapay zekâya yönelik kurumsal farkındalığın, yönetişim yapılarının veya stratejik planlamanın yeterince gelişmediğini göstermektedir. Ayrıca, "Hiçbir YZ faaliyeti yürütmüyoruz" diyen kurumların sayısının da anlamlı düzeyde olması, yapay zekâya geçiş sürecinin tüm kamu sektörü genelinde homojen ilerlemediğini ortaya koymaktadır.

Anket uygulama sürecinde ortaya çıkan bir diğer bulgu ise, kurumların kendi çatıları altında yürütmekte olduğu YZ projelerine ilişkin birimler arası bir koordinasyon ekslikliği yaşamasıdır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, kamu kurumlarının yapay zekâ teknolojilerine yönelik algısının operasyonel verimlilik, karar destek, düzenleyici gereklilikler ve stratejik

belirsizlikler ekseninde şekillendiği görülmektedir. Bu durum, ulusal düzeyde kamu kurumlarına yönelik yapay zekâya geçişi destekleyecek kapasite geliştirme programları, farkındalık artırıcı çalışmalar, uyumlaştırılmış politika ve mevzuat çerçeveleri ile desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂNIN HUKUKİ ÇERÇEVESİ VE MEVZUAT

Raporun şu ana kadarki kısmında YZ'nin ne olduğu, kazanımları ve taşıdığı riskler detaylı olarak mercek altına alınmıştır. YZ'nin etkin şekilde geliştirilmesi ancak kazanımları gerçekleştirmeye çalışırken eşzamanlı olarak risklerin yönetilmesi ile mümkün olabilecektir. Bu doğrultuda atılabilecek farklı nitelikte çok sayıda adım olmakla birlikte hem küresel hem de ulusal ölçekte YZ için geliştirilen sistematik regülasyon çerçeveleri ve bunun uygun bir mevzuat ile desteklenmesi önde gelen yaklaşımlardan biridir. Gerçekten de YZ'nin hem mevcut hukuki çerçeveye uygun şekilde geliştirilebilmesi hem de hukuki çerçevenin yetersiz kaldığı alanlarda desteklenerek YZ'nin insan haklarına ve demokrasinin temel değerlerine saygılı, insan odaklı ve güvenli şekilde gelişmesi YZ'nin toplum için olumlu yönde gelişim sağlayan bir teknoloji olarak geliştirilebilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda, Raporun bu bölümünde YZ'nin hukuki çerçevesi, mevzuatla ilişkisi ve hukuki enstrümanlar yoluyla yürütülen regülasyon çalışmaları detaylı olarak incelenecek, Türkiye'deki mevcut uygulanabilir hukuki çerçevenin haritası çıkarılacak ve bölüm mevzuat önerileri ile sonuçlandırılacaktır. Bu alanda yapılacak çalışmalar uluslararası alandaki genel eğilimlerden etkilenmektedir. Bu sebeple bölüm öncelikle uluslararası alandaki regülasyon çalışmalarını inceleyerek başlayacaktır. Daha sonra ölçek daraltmak suretiyle her ne kadar Türkiye için doğrudan bağlayıcı olmasa da çerçevenin şekillendirilmesinde, politik ve ticari ilişkilerin yönetiminde ve sosyoekonomik faktörlerin yönetilmesinde etkili olabileceği için bölgesel gelişmelere ve ulusal düzenleme çalışmalarına değinilecektir. Türkiye'de yapılacak çalışmalarda sadece dünyadaki gelişmeler değil Türkiye'nin mevcut çerçevesi de dikkate alınması gerektiğinden Rapor Türkiye'deki hukuki çerçevenin haritalandırılması ve genel olarak YZ'ye uygulanabilirliği analizi ile devam edecek ve Türkiye'de özel bir hukuki düzenleme yapılmasının gerekli olup olmadığına, benimsenecek yaklaşıma ve detaylı mevzuat önerilerine dair analizlerle sonuçlandırılacaktır.

4.1 ULUSLARARASI DÜZLEMDE YAPAY ZEKÂ REGÜLASYONU

4.1.1 Birleşmiş Milletler Nezdinde Yapay Zekâ Yönetişimi

Uluslararası düzlemde bakıldığında küresel ölçekte YZ'yi doğrudan düzenleyen tek bir uluslararası antlaşma ya da başka bir tür hukuki enstrümanın olmadığı görülmektedir. YZ'nin regülasyonuna dair en önemli adımlardan biri BM Genel Kurulu'nun (UN General

Assembly- UNGA) oybirliğiyle aldığı ilk YZ kararıdır (resolution).[1282] ABD tarafından desteklenen ve 123 ülke tarafından ortaklaşa finanse edilen bu karar, YZ teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanımı için küresel bir emsal oluşturmaktadır. Bu karar, çağımızda YZ'nin güvenli, emniyetli ve hesap verilebilir olması gerekliliğini vurgulamaktadır. Karar, dijital uçurumu daraltarak faydalarının tüm uluslar için erişilebilir olmasını sağlamak adına, YZ'nin daha yüksek seviyede ortak iyilik (common good) için kullanılması konusunda küresel fikir birliğinin gerekliliğinin altını çizmektedir.[1283] Karar 193 BM üye ülkesinin tümünün desteğiyle alınmakla birlikte YZ'nin kötüye kullanımına karşı koruma sağlayan düzenleyici ve yönetişim çerçevelerinin tartışılması ve geliştirilmesi hususunu kapsamakta, aynı zamanda sağlık, tarım ve eğitim dahil olmak üzere çeşitli alanlardaki olumlu etkisini işaret etmektedir. Son olarak, Kararda özel sektör hem uluslararası hem de ulusal yasalara ve BM'nin İş ve İnsan Hakları Rehber İlkelerine uymaya teşvik edilmiş, YZ'nin faydalarına daha kapsayıcı ve eşit erişim ihtiyacını ve sektörler arası iş birliğinin, rekabetin desteklenmesinin önemini de vurgulamıştır.[1284]

BM bünyesinde YZ üzerine çalışmalar, genellikle BM Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization- UNESCO) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunications Union - ITU) gibi uzmanlaşmış kuruluşlar aracılığıyla yürütülmektedir. Örneğin, ITU'nun "AI for Good" girişimi, YZ'nin sağlık, eğitim ve çevre gibi alanlarda olumlu etkilerini artırmayı hedeflemektedir.[1285] Temmuz 2025'te ITU tarafından gerçekleştirilen 2025 İyilik İçin YZ Küresel Zirvesi programında YZ yönetişim ve regülasyonları ile bu yolda atılacak adımlara şekilde yer verilmiştir.[1286]

UNESCO, YZ'nin etik boyutuna odaklanan en önemli uluslararası kuruluşlardan biridir ve bu alanda küresel bir lider konumundadır. Kasım 2021'de UNESCO Genel Konferansı tarafından YZ'nin Etiğine İlişkin Tavsiyeler (Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence) kabul edilmiştir.[1287] Tavsiyelerin temelinde insan haklarına ve insan onuruna saygı, barış içinde yaşama, çeşitlilik ve kapsayıcılık, çevrenin korunması gibi temel

[1282] UNGA "Seizing the opportunities of safe, secure and trustworthy artificial intelligence systems for sustainable development", A/78/L.49, 11.03.2024, https://docs.un.org/en/A/78/L.49 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1283] United Nations General Assembly, a.g.e.
[1284] United Nations General Assembly, a.g.e.
[1285] International Telecommunications Union, "AI for Good", https://aiforgood.itu.int/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1286] International Telecommunications Union, AI for Good Global Summit 2025 Programme, https://aiforgood.itu.int/summit25/programme/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1287] UNESCO, "Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence", https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

değerler yer almaktadır. Bu tavsiyeler, YZ'nin geliştirilmesi ve kullanımında ölçülülük, adil olma ve ayrımcılık yapmama, güvenlik ve emniyet, sürdürülebilirlik, mahremiyetin ve kişisel verilerin korunması, insan gözetimi, şeffaflık ve açıklanabilirlik, sorumluluk ve hesap verilebilirlik, farkındalık gibi temel ilkeleri tanımlayan ilk küresel etik çerçevedir. Bu ilkeler bağlayıcı olmasa da devletleri ve özel sektörü YZ sistemlerini etik standartlara uygun şekilde tasarlamaya teşvik etmektedir. UNESCO, bu kararın uygulanmasını izlemek ve desteklemek için de RAM (Readiness Assessment Methodology)[1288] ve ulusal izleme grupları gibi mekanizmalar oluşturmuş[1289] ve üye devletlere etik politikalar geliştirme çağrısında bulunmuştur. Türkiye tavsiyeleri kabul eden ülkeler arasında yer almakta ve hâlihazırda Türkiye'de de tavsiyelerin uygulanmasını takip etmek için hem izleme grubu hem de RAM çalışmaları devam etmektedir.

UNESCO aynı zamanda küresel alandaki YZ regülasyon çalışmalarını da takip etmekte ve bu doğrultuda Parlamentolararası Birlik (Inter-Parliamentary Union - IPU) ve ulusal parlamentolarla birlikte çalışmalar yürütmektedir. 2024 yılının ilk çeyreğinde UNESCO, IPU ve İnternet Yönetişim Forumu (Internet Governance Forum - IGF) iş birliği ile yüzden fazla parlamentonun temsilcilerinin katılımıyla kapasite geliştirme çalıştayları yapılmıştır.[1290] Haziran 2024'te de UNESCO tarafından Buenos Aires'te ilk YZ'ye İlişkin Bölgesel Parlamentolar Zirvesi düzenlenmiş ve bu zirvede YZ'nin regülasyonuna ilişkin dokuz temel farklı yaklaşım ortaya konulmuştur.[1291] UNESCO tarafından bu çalışmalar literatür taramasıyla birleştirilerek YZ regülasyonuna dair gelişmekte olan trendleri inceleyen bir rapor[1292] hazırlatılmış ve kamunun görüşüne açılmıştır.[1293] Bu raporun geri bildirimler doğrultusunda düzenlenen son hali, IPU'nun aynı zamanda uluslararası alanda kapsamlı bir regülasyonun eksikliği ve bu konuda yavaş kalındığına dair kaygıları da dile getiren ve

[1288] UNESCO, "Readiness Assessment Methodology", https://www.unesco.org/ethics-ai/en/ram (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1289] UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Yapay Zekâ İzleme Grubu için bkz. UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Yapay Zekâ İzleme Grubu, https://www.unesco.org.tr/Pages/702/324/Yapay-Zek%C3%A2-%C4%B0zleme-Grubu (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1290] IPU, "Parliaments and AI: Going Beyond the Buzz", 20.12.2023, https://www.ipu.org/news/news-in-brief/2023-12/parliaments-and-ai-going-beyond-buzz (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1291] UNESCO, "Paving the Way: UNESCO Informs AI Regulation in Latin America", 16.08.2024, https://www.unesco.org/en/articles/paving-way-unesco-informs-ai-regulation-latin-america#:~:text=On%2013%20and%2014%20June,parliamentarians%20from%20across%20the%20region. (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1292] UNESCO, "Consultation Paper on AI Regulation: Emerging Approaches Across the World" (Digital Transformation CI/DIT/2024/CP/01), https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390979 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1293] UNESCO, "UNESCO launches open consultation to inform AI governance", 19.08.2024, https://www.unesco.org/en/articles/unesco-launches-open-consultation-inform-ai-governance (Erişim Tarihi:15.07.2025).

parlamentoları sivil toplum ve akademi ile birlikte YZ'nin demokrasi, insan hakları ve hukukun üstünlüğü için getirilen mevcut korumalarda delikler yaratmayacağını temin etmek için mevcut yasal düzenlemeleri gözden geçirmeye çağıran YZ'nin Demokrasi, İnsan Hakları ve Hukukun Üstünlüğüne Etkisine ilişkin kararının[1294] oybirliği ile kabul edildiği 149. birleşiminde sunulmuştur.

BM özellikle uzmanlaşmış kuruluşları aracılığıyla uluslararası YZ regülasyon çerçevesini önemli ölçüde etkilemektedir. Diğer yandan, tüm BM çalışmalarında uluslararası iş birliği vurgusu yapılmakla birlikte raporun yazım tarihi itibariyle BM bünyesinde YZ'ye ilişkin yeknesak bir hukuki çerçeve ya da genel nitelikli bir uluslararası antlaşma çalışması mevcut değildir.

4.1.2 Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Haklar, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye'nin Katkıları

Uluslararası alanda YZ yönetişim ve regülasyonunu etkileyen ve bu alanda öncülük eden bir diğer uluslararası örgüt Avrupa Konseyidir (Council of Europe). YZ alanındaki ilk ve en kapsamlı bağlayıcı uluslararası antlaşma çalışmaları da Avrupa Konseyi çatısı altında devam etmektedir.

Avrupa Konseyi; ortak kurumlar, standartlar ve sözleşmeler aracılığıyla güven ve iş birliği ortamı tesis edilmesi amacıyla 05.05.1949 tarihinde kurulmuş[1295] olup başta Avrupa bölgesi olmak üzere bu bölgenin de ötesinde demokrasi, insan hakları ve hukukun üstünlüğünü korumayı ve güçlendirmeyi amaçlamaktadır.[1296] Türkiye'nin 13.04.1950 tarihinde üye olduğu ve merkezi Strazburg'da bulunan Avrupa Konseyi, 27'si AB üyesi olmakla birlikte toplam 46[1297] üye devlet[1298] ve 5 gözlemci üye devletten[1299] oluşmaktadır.

[1294] 149th IPU Assembly, "The impact of artificial intelligence on democracy, human righs and the rule of law", 17.10.2024, https://www.ipu.org/file/20061/download (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1295] Dışişleri Bakanlığı, "Avrupa Konseyi", https://www.mfa.gov.tr/avrupa-konseyi_.tr.mfa (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

[1296] Council of Europe "The Council of Europe at a glance", https://www.coe.int/en/web/portal/the-council-of-europe-at-a-glance (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

[1297] Rusya Federasyonu ile Ukrayna arasındaki savaş öncesi Rusya Federasyonu da Avrupa Konseyi üyesi olarak yer almaktayken Rusya Federasyonu'nun Avrupa Konseyi üyeliği Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi tarafından alınan karar ile birlikte 16.03.2022 tarihinde sona erdirilmiştir. Bkz. Council of Europe, "CM/Del/Dec(2022)1428ter/2.3 - Consequences of the aggression of the Russian Federation against Ukraine", https://search.coe.int/cm#{%22CoEIdentifier%22:[%220900001680a5d7d9%22],%22sort%22:[%22CoEValidationDate%20Descending%22],%22tabview%22:[%22document%22]} (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

[1298] Bu devletler alfabetik sıra ile şunlardır: Almanya, Andorra, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belçika, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Ermenistan, Estonya, Finlandiya, Fransa, GKRY, Gürcistan, Hırvatistan, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Karadağ, Letonya,

Avrupa Konseyinin karar organı Bakanlar Komitesi (Committee of Ministers), parlamentosu ise Parlamenter Asamblesi'dir (Parliamentary Assembly- PACE).

Avrupa Konseyi özellikle insan hakları konusunda öncü bir kurumdur. İnsan hakları alanındaki en önemli hukuki enstrümanlardan biri olan Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS), Avrupa Konseyinin ilk sözleşmesi olup AİHS'nin onaylanması Avrupa Konseyine üyelik için ön koşul olarak belirlenmiştir.[1300] Bu doğrultuda, 1950 yılında kabul edilen ve 1953 yılında yürürlüğe giren AİHS tüm üye devletlerce imzalanmıştır. AİHS ile koruma altına alınan hakların korunabilmesi için oluşturulan ve kalıcı bir uluslararası mahkeme olan AİHM de Avrupa Konseyi çatısı altındadır. Avrupa Konseyinin, AİHS'nin dışında, bireylerin temel haklarını korumak, güçlendirmek ve çeşitli tehditlerden korumak adına hukuki olarak bağlayıcı iki yüzden fazla uluslararası anlaşması bulunmaktadır.[1301]

Bu başlık kapsamında Avrupa Konseyinin YZ regülasyonuna dair adımları, bu alandaki ilk bağlayıcı uluslararası sözleşmenin hazırlık aşamalarından imzaya açılmasına kadar uzanan süreçler detaylı olarak açıklanmaktadır.

4.1.2.1 Yapay Zekâ Geçici Komitesi (CAHAI) Süreci

Hem fiziksel hem de dijital ortamda insan haklarına, demokrasiye ve hukukun üstünlüğüne saygı gösterilmesini, bunların korunmasını ve güçlendirilmesini sağlamayı ana görevi olarak üstelenen Avrupa Konseyi bünyesinde YZ alanında hukuki bir çerçevenin incelenmesi için 2019 yılında Bakanlar Komitesi kararıyla 11.09.2019-31.12.2021 tarihleri arasında görevli olmak üzere YZ Geçici Komitesi (Ad hoc Committee on Artificial Intelligence- CAHAI) kurulmuştur.[1302]

CAHAI tarafından bütün Avrupa Konseyi üye ve gözlemci devletlerini YZ'nin demokratik şekilde yönetilmesi için bağlayıcı bir hukuki enstrüman üzerinde çalışmaya ve gerektiği ölçüde bunu sektörel hukuki düzenlemelerle desteklemeye çağıran 2341 sayılı "YZ'nin Demokratik Yönetişim İhtiyacı" başlıklı kararı[1303] doğrultusunda önce bir Fizibilite

---

Lihtenştayn, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Makedonya, Malta, Moldova, Monako, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, San Marino, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Ukrayna ve Yunanistan.

[1299] Bu devletler alfabetik sıra ile şunlardır: ABD, Japonya, Kanada, Meksika ve Vatikan.

[1300] Council of Europe, "European Convention on Human Rights", https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_ENG (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

[1301] Council of Europe, "The Council of Europe: key facts" https://www.coe.int/en/web/portal/the-council-of-europe-key-facts (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

[1302] Council of Europe – Committee of Ministers, "Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence (CAHAI)", https://rm.coe.int/cahai-2020-2021-rev-en-pdf/16809fc157 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1303] Parliamentary Assembly of the Council of Europe, "Need for democratic governance of artificial intelligence", Res. 2341 (22.10.2020), (Erişim Tarihi: 15.03.2025).

Çalışması yürütülmüştür.[1304] CAHAI daha sonra bu doğrultuda bir uluslararası antlaşma oluşturulması ve bu antlaşmada yer alması gereken asli unsurlar başta olmak üzere YZ teknolojilerinin regüle edilmesine ilişkin çalışmalar yapılmış ve yayımlanmıştır.[1305]

CAHAI YZ'nin Avrupa Konseyinin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü standartlarına dayalı olarak geliştirilmesi, tasarlanması ve uygulanmasına yönelik yasal bir çerçevenin olası unsurlarını çok-paydaşlı istişareler çerçevesinde değerlendirmiştir. CAHAI çalışmalarının YZ alanında uzmanlık gerektirmesi sebebiyle, komitenin ulusal koordinasyon ve sekretarya görevi Ocak 2021'de (mülga) CBDDO tarafından üstlenilmiştir. Bu doğrultuda CAHAI çalışmaları; Dışişleri Bakanlığı, STB ve Adalet Bakanlığı dâhil olmak üzere ilgili kamu kurumlarının katılımı ile birlikte[1306] Ocak 2021 itibarıyla (mülga) CBDDO tarafından koordine edilmiştir.

Komite çalışmaları kapsamında İstişare ve Katılım (Consultation and Outreach, CAHAI-COG)[1307] ve Yasal Çerçeveler (Legal Frameworks Group- CAHAI-LFG) alt çalışma gruplarında Türkiye'nin aktif temsilinin sağlanmasının[1308] yanı sıra ilgili belge ve raporlara Türkiye tarafından katkı sunulmuştur. Avrupa Konseyi Genel Sekreter Yardımcısı ve Özel Büro Direktörü Miroslav PAPA'nın, (mülga) CBDDO Başkanına hitaben mektubunda da Türkiye'nin 2021 yılı sonu itibariyle sonlanan CAHAI çalışmalarında oynadığı önemli role vurgu yapılmıştır. CAHAI çalışmaları sonucunda, Aralık 2021'de "Avrupa Konseyinin İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğüne İlişkin Standartlarını Temel Alan, YZ'ye İlişkin Hukuki Çerçevenin Olası Unsurları"[1309] (Hukuki Çerçeve Unsurları) kabul edilmiştir.

CAHAI için belirlenen faaliyet süresinin sona ermesinin ardından (mülga) CBDDO, YZ teknolojileri için hukuken bağlayıcı temel ilkelerin geliştirilmesi dâhil olmak üzere CAHAI çalışmalarının bir çıktısı olarak paylaşılan Hukuki Çerçeve Unsurlarını

[1304] Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Feasibility Study" 17.12.2020, https://rm.coe.int/cahai-2020-23-final-eng-feasibility-study-/1680a0c6da (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1305] Council of Europe, "CAHAI – Ad hoc Committee on Artificial Intelligence", https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cahai (Erişim Tarihi: 16.03.2025).

[1306] Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "List of Participants – 6th Plenary Meeting - 30 November – 2 December 2021", https://rm.coe.int/cahai-2021-lp3-fin-nov-dec-web-2778-2444-1349-v-1/1680a4d242 (Erişim Tarihi: 16.03.2025).

[1307] Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Consultations and Outreach Group (CAHAI-COG) 3rd Meeting, 22-23 June 2021", https://rm.coe.int/cahai-cog-2021-pv1-3rd-meeting-report/1680a30293 (Erişim Tarihi: 16.03.2025).

[1308] Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Legal Frameworks Group (CAHAI-LFG) 5th Meeting Strasbourg, 2-3 November 2021", https://rm.coe.int/cahai-lfg-2021-pv5-en-5th-meeting-report/1680a46f5f (Erişim Tarihi: 16.03.2025).

[1309] Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Possible elements of a legal framework on artificial intelligence, based on the Council of Europe's standards on human rights, democracy and the rule of law", 03.12.2021, CAHAI((2021)09rev, https://rm.coe.int/cahai-2021-09rev-elements/1680a6d90d (Erişim Tarihi: 16.03.2025).

detaylandırmak üzere kurulan CAI çalışmalarına katkı sağlamak üzere davet edilmiştir.

4.1.2.2 Yapay Zekâ Komitesi (CAI) Süreci

CAHAI'nin görev süresinin dolmasının ardından YZ Komitesi (Committee on Artificial Intelligence – CAI) kurulmuştur. CAI[1310] 01.01.2022-31.12.2024 tarihleri arasında görev yapmak üzere kurulmuş olup çalışmalarının 31.12.2025 tarihine kadar sürmesi öngörülmüştür.[1311] CAI kapsamında yürütülen çalışmaların temel hedefi hem kamu hem de özel sektör tarafından YZ teknolojilerinin tasarımı, geliştirilmesi, kullanılması ve hizmetten çıkarılması süreçlerinde uyulması gereken temel ilkeleri kapsayan ve bu alandaki ilk uluslararası bağlayıcı antlaşmanın olgunlaştırılarak nihai hale getirilmesi olmuştur.

CAI'nin çalışma usul ve yöntemlerinin belirlenmesini müteakip oluşturulacak hukuki çerçeveye muhtemel taraf ülkelerden oluşacak ayrı bir taslak hazırlama grubunun kurulmasına karar verilmiştir.[1312] Bu doğrultuda, CAI bünyesindeki müzakereler Taslak Hazırlama ve Genel Kurul Toplantıları şeklinde iki farklı kulvarda yürütülmüştür.

CAI tarafından YZ alanında hukuken bağlayıcı ilk uluslararası sözleşme olan Avrupa Konseyi YZ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi (Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law- Çerçeve Sözleşme)[1313] oluşturulmuştur. CAI, 10. Genel Kurul Toplantısında Çerçeve Sözleşme taslağı üzerinde mutabakata varmıştır. Çerçeve Sözleşme açıklayıcı raporuyla birlikte (Açıklayıcı Rapor)[1314] 17.05.2024'te Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi'nin 133. oturumunda kabul edilmiş[1315] ve 05.09.2024'te Vilnius'ta (Litvanya) düzenlenen Adalet Bakanları Konferansı vesilesiyle Avrupa Konseyi üyesi devletler ile gözlemci devletlerle sınırlı olmayacak şekilde tüm devletlerin imzasına

[1310] Council of Europe, "Committee on Artificial Intelligence", https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai (Erişim Tarihi: 16.03.2025).
[1311] Council of Europe – Committee of Ministers, "Terms of Reference of the Committee on Artificial Intelligence (CAI)", CM(2023)131-addfinal, https://rm.coe.int/terms-of-reference-of-the-committee-on-artificial-intelligence-cai-/1680ade00f (Erişim Tarihi: 16.03.2025).
[1312] Committee on Artificial Intelligence, "3rd Meeting - 11 - 13 January 2023", https://rm.coe.int/cai-2023-03-list-of-decisions/1680a9cc4f (Erişim Tarihi: 18.03.2025).
[1313] Council of Europe, "Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law", https://rm.coe.int/1680afae3c (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1314] Council of Europe, "Explanatory Report to the Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law", 05.09.2024, https://rm.coe.int/1680afae67 (Erişim Tarihi: 15.07.2025) (Kısaltma: "Explanatory Report").
[1315] Council of Europe – Committee of Ministers, "Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law and its Explanatory Report", 17.05.2024.

açılmıştır.[1316] 05.09.2024 tarihinde Çerçeve Sözleşme'yi Vilnius'ta imzalayan ilk ülkeler Andora, Gürcistan, İzlanda, Norveç, Moldova Cumhuriyeti, San Marino, Birleşik Krallık, İsrail, ABD ve yirmi yedi üye devleti adına AB olmuştur.

Raporun yazım tarihi itibariyle Çerçeve Sözleşme 15 devlet ve 27 AB üyesini temsilen AB tarafından imzalanmış olup Türkiye henüz Çerçeve Sözleşme'yi imzalamamıştır[1317]. Diğer yandan Çerçeve Sözleşme'nin yürürlüğe girmesi uluslararası antlaşmaların imzacı devletler tarafından iç hukuklarına göre onay sürecinden geçirilmelerine ve belirli sayıda devletin onaylamasına bağlanmış olup Raporun yazım tarihi itibariyle Çerçeve Sözleşme hiçbir devlet tarafından onaylanmadığından Çerçeve Sözleşme henüz yürürlükte değildir.

Komisyonun 04.02.2025 tarihli toplantısında; ekonomik ve teknolojik boyutların yanı sıra YZ teknolojilerinin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü alanındaki etkilerinin önemine dikkat çekilmiş ve Türkiye'nin Çerçeve Sözleşme'ye imzacı olmasına ilişkin yürütülen çalışmalar ile süreç hakkında soru yöneltilmiştir.[1318] Toplantıda Komisyona bilgi veren (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN, Çerçeve Sözleşme'nin hazırlık aşamasında Türkiye adına tüm müzakerelerin (mülga) CBDDO tarafından yürütüldüğünü ve CAI'de Türk Delegasyonu Başkanlığı, ulusal sekretarya ve koordinasyon ile büro üyeliği görevlerinin üstlenildiğini belirtmiştir. TANCAN ayrıca, Çerçeve Sözleşme'nin imza sürecine yönelik hazırlıkların Dışişleri Bakanlığı ile iş birliği içinde sürdürüldüğünü ve Türkiye'nin yakın zamanda Çerçeve Sözleşme'nin bir imzacısı olacağını ifade etmiştir.[1319]

4.1.2.3 CAI Sürecinde Türkiye Tarafından Yürütülen Çalışmalar

(Mülga) CBDDO, CAHAI çalışmalarına yönelik katkılarının ardından, CAI çalışmaları bakımından Türkiye Delegasyon Başkanı, Ulusal Koordinatörü, Sekretaryası ve Büro Üyesi görevlerini üstlenmiştir. Bu doğrultuda Türkiye'nin Çerçeve Sözleşme'ye muhtemel bir taraf olması sebebiyle; Çerçeve Sözleşme'nin hazırlık sürecinde ülke menfaatlerinin gözetilmesi ve YZ teknolojilerinin geliştirilmesi ile kullanımına yönelik insan odaklı bir yaklaşım benimsenmesini teminen; (mülga) CBDDO, Taslak Çerçeve Sözleşme

[1316] Council of Europe, "Council of Europe opens first ever global treaty on AI for signature", 05.09.2024, https://www.coe.int/en/web/portal/-/council-of-europe-opens-first-ever-global-treaty-on-ai-for-signature (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1317] Çerçeve Sözleşme'nin güncel mevcut imza ve onay durumu Avrupa Konseyinin resmi internet sitesinde şu adres üzerinden kontrol edilebilmektedir: https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence#:~:text=Opened%20for%20signature%20on%205,to%20technological%20progress%20and%20innovation. (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1318] 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1319] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

üzerinde istişarelerin gerçekleştirilebilmesi ve görüşlerinin alınabilmesi için ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının da katılımı ile bir Ulusal Çalışma Grubu ihdas etmiştir.

Bu kapsamda, Taslak Çerçeve Sözleşme'ye yönelik detaylı taslak hazırlama çalışmalarının başlatılacağı toplantılara hazırlık yapılabilmesi için (mülga) CBDDO koordinasyonunda ilki fiziksel, sonrakileri çevrim içi olmak üzere çalışma grubu toplantıları gerçekleştirilmiştir. Düzenlenen toplantılarda (mülga) CBDDO tarafından taslağın ilgili bölümlerine ve sürece ilişkin sunumlar gerçekleştirilmiş; tartışmalı maddelerin üzerinden geçilerek ilgili görüşler toplantı sırasında sözlü olarak, bilahare ise yazılı olarak ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından talep edilmiştir.

Taslak Çerçeve Sözleşme'ye ilişkin ülke görüşleri ve müdahaleleri her bir CAI Genel Kurul ve Taslak Hazırlama Toplantısı öncesinde, ilgili kamu kurumları ile gerçekleştirilen görüşmeler ve yazışmalar kapsamında değerlendirilip son aşamada (mülga) CBDDO tarafından hazırlanıp konsolide edilerek CAI Sekretaryası ile paylaşılmıştır.

Yazılı olarak iletilen ülke görüşlerinde ve müzakere süreçlerinde, Çerçeve Sözleşme hükümlerinin YZ teknolojilerinin belirli süreçlerinden ziyade tüm yaşam döngüsüne uygulanması ve insan onuru ile bireysel otonomi gibi ilkelerin de temel ilkeler arasında kabul edilmesi gibi sosyoteknik alanlar ele alınmış olup YZ teknolojilerinin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne yönelik risklerinin bertaraf edilmesi ve daha da ötesi ex ante bir yaklaşımla tespit edilip önlenmesine yönelik gerekli güvencelerin tanınması için çaba gösterilmiştir.

Ulusal çalışma grubuna katılım bildiren ve CAI toplantılarına katılımı için Avrupa Konseyine yetkili temsilci bildiriminde bulunulması istenilen kamu kurum ve kuruluşları aşağıdaki gibidir:

- Adalet Bakanlığının ilgili genel müdürlükleri,
- Dışişleri Bakanlığının ilgili genel müdürlükleri,
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı,
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,
- İçişleri Bakanlığı,
- Avrupa Birliği Başkanlığı,
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu,
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu,
- Türk Standartları Enstitüsü,
- Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu,
- Türkiye Adalet Akademisi.

Bu doğrultuda, ilgili kamu kurumlarının verdikleri görüşler dikkate alınarak (mülga) CBDDO tarafından oluşturulan görüş ve değerlendirmelere istinaden Taslak Çerçeve Sözleşme'nin ülke değerlerine aykırı herhangi bir unsuru barındırmaması, özellikle Türk toplum yapısına uygun olmayan ifadelerden arındırılması ve bu alandaki politik varlığın da güçlendirilmesi adına CAI Genel Kurul ve Taslak Hazırlama Toplantılarına katılım sağlanarak Türkiye adına aktif bir müzakere süreci yürütülmüştür.

4.1.2.4 Avrupa Konseyi Yapay Zekâ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesi'ne Genel Bakış

YZ alanında hukuken bağlayıcı ilk uluslararası sözleşme olan Çerçeve Sözleşme YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca yürütülen faaliyetlerin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü ile uyumlu olmasını ve aynı zamanda teknolojik ilerleme ve yenilikçiliğe elverişli olmasını sağlamayı amaçlamaktadır (m. 1). Önemle belirtmek gerekir ki Çerçeve Sözleşme; insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne ilişkin mevcut uluslararası standartları tamamlamakta ve hızlı teknolojik gelişmelerden kaynaklanabilecek hukuki boşlukları doldurmayı hedeflemektedir.

Teknolojik gelişmelerin hızına uyum sağlayarak geçerliliğini uzun vadede koruyabilmesini sağlamak amacıyla Çerçeve Sözleşme'de belirli bir YZ teknolojisi doğrudan düzenlenmemekte olup bunun yerine teknolojiye tarafsız bir yaklaşım sergilenmektedir. Çerçeve Sözleşme'nin odağında ise YZ sistemi kavramı yer almaktadır. YZ sistemi Çerçeve Sözleşme m. 2'de "açık veya örtülü hedefler doğrultusunda, aldığı girdilerden yola çıkarak fiziksel ve sanal ortamları etkileyebilecek tahmin, içerik, öneri ya da karar gibi çıktıları nasıl oluşturabileceği yönünde çıkarımlarda bulunan makine tabanlı sistem" olarak tanımlanmıştır.

Çerçeve Sözleşme ile risk-odaklı bir yaklaşım benimsenmiş olup m.16 ile devletlere belirtilen ilkeler doğrultusunda ve YZ'nin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü üzerindeki fiili ve potansiyel etkilerini göz önünde bulundurmak suretiyle;

- YZ sistemlerinin oluşturduğu riskleri belirleme, değerlendirme, önleme ve azaltmaya yönelik tedbirleri alma yahut muhafaza etme ve
- bu tedbirlerin de söz konusu risklerin ciddiyetine ve gerçekleşme olasılığına dayalı olarak kademelendirme

yükümlülükleri yüklenmiştir. Bu yaklaşım uyarınca YZ sistemlerinin, bireylerin insan haklarının sunduğu korumalardan yararlanmasında ve demokrasinin işleyişi ve hukukun üstünlüğünün gözetilmesinde risk oluşturabileceği bağlamlar ile uygulamaların belirlenmesine rehberlik edecek, bu riskleri değerlendirecek ve azaltacak bir metodoloji ve model

gerekmektedir. Söz konusu ihtiyaca binaen İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Etki Değerlendirmesi Metodolojisi (Methodology for the Risk and Impact Assessment of Artificial Intelligence Systems- HUDERIA) olarak adlandırılan metodoloji 28.11.2024'te 12. Genel Kurul Toplantısında CAI tarafından kabul edilmiştir.[1320]

HUDERIA hem kamu sektörü hem de özel sektör aktörleri tarafından kullanılabilecek bir risk ve etki değerlendirme aracı olarak tanımlanmaktadır.[1321] HUDERIA Çerçeve Sözleşme'nin yorumlanmasına yönelik bir araç olarak tasarlanmamış olup hukuken bağlayıcı değildir. Nitekim HUDERIA Metodoloji dokümanında da açıkça YZ risk ve etki yönetimi kapsamında mevcut veya ileride oluşturulabilecek çeşitli çerçeve, politika dokümanı, kılavuz ve standartlardan yararlanılmasının mümkün olduğu belirtilmekte ve HUDERIA bu kaynaklardan yalnızca biri olarak sunulmaktadır. Bu doğrultuda; HUDERIA Metodolojisinin ardından CAI tarafından geliştirilmekte olan HUDERIA Modeli ile de YZ sistemlerine yönelik risk yönetimi yaklaşımları bakımından çeşitli araçlar ve ölçeklendirilebilir öneriler gibi destekleyici materyaller sunularak uygulamaya yardımcı olacak bir kaynak oluşturulması planlanmakta ve bu çalışmanın 2025 yılında tamamlanması öngörülmektedir.

Çerçeve Sözleşme'nin kapsamı; insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne halel getirme potansiyeline sahip YZ sistemleri ile sınırlı olup bu sistemlerin yaşam döngüsü boyunca gerçekleştirdikleri faaliyetler bakımından birtakım genel yükümlülükler (m.4) ve ilkeler (m.5) öngörülmektedir. Bu kapsamda, Çerçeve Sözleşme'de belirlenen YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca uyulması gereken şeffaflık, hesap verebilirlik, eşitlik, ayrımcılık yapmama, mahremiyet ve bireysel otonomi gibi ilkelerin uluslararası alanda OECD ve UNESCO gibi uluslararası örgütler tarafından belirlenen temel YZ etik ilkelerini yansıttığı görülmektedir.[1322]

Çerçeve Sözleşme ile getirilen yükümlülüklerin uygulanmasında yaşam döngüsü içindeki faaliyetlerin kamu veya özel sektör aktörü tarafından gerçekleştirilmesine bağlı olarak farklı yaklaşımlar söz konusudur (m.3). Taraf Devletlerin Çerçeve Sözleşme

[1320] Council of Europe, "HUDERIA: New tool to assess the impact of AI systems on human rights", https://www.coe.int/en/web/portal/-/huderia-new-tool-to-assess-the-impact-of-ai-systems-on-human-rights#:~:text=The%20HUDERIA%20Methodology%20was%20adopted,Strasbourg%20on%2026%2D28%20November (Erişim Tarihi: 20.03.2025).

[1321] Committee on Artificial Intelligence, "Methodology for the Risk and Impact Assessment of Artificial Intelligence Systems from the Point of the View of Human Rights, Democracy and the Rule of Law (HUDERIA Methodology)", 28.11.2024, CAI(2024)16rev2, https://rm.coe.int/cai-2024-16rev2-methodology-for-the-risk-and-impact-assessment-of-arti/1680b2a09f (Erişim Tarihi: 20.03.2025).

[1322] Süer, İlayda ve Müftüoğlu Zümrüt, Döngüde Etik: Yapay Zekâ Yaşam Döngüsü Yönetişimine Kapsamlı ve Multidisipliner Metodolojik Yaklaşım, 8. Uluslararası Yapay Zekâ ve Veri İşleme Sempozyumu (IDAP'24), IEEE Xplore, 2024, https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10710652 (Erişim Tarihi: 30.07.2025).

hükümlerini kamu aktörleri yahut kamu adına hareket eden özel sektör aktörleri tarafından yürütülen faaliyetlere doğrudan uygulaması gerekirken bunlar dışında kalan özel sektör aktörleri bakımından farklı bir yaklaşım benimsenmektedir.

Tarafların, kamu makamları adına hareket eden özel sektör aktörlerinin dışında kalan özel sektör aktörlerinin YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca gerçekleştirdikleri faaliyetlerin teşkil ettiği risk ve etkileri ele almaları gerekmektedir (m. 3(1)(b)). Bu noktada Çerçeve Sözleşme, Taraflara özel sektörü düzenlerken Çerçeve Sözleşme ilke ve yükümlülüklerine uymaları için iki yol sunmaktadır:

1) Çerçeve Sözleşme'nin II ile VI. bölümlerinde belirtilen ilke ve yükümlülüklerin özel sektör aktörlerinin faaliyetlerine doğrudan uygulanması.

2) İnsan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne ilişkin uluslararası yükümlülüklere tam olarak saygı göstererek, özel sektör aktörlerinin Çerçeve Sözleşme'nin hükümlerine uymasını teminen başka uygun tedbirler alınması.

Tarafların Çerçeve Sözleşme'yi özel sektör aktörlerine nasıl uygulayacaklarını Avrupa Konseyi Genel Sekreteri'ne sunacakları deklarasyonda belirtmeleri gerekmektedir. Bununla birlikte, Taraflara ilettikleri deklarasyonu istedikleri zaman değiştirme yetkisi de tanınmaktadır.

Çerçeve Sözleşme'nin kapsamının bir başka boyutu ise gerçekleştirilen faaliyetlerin içeriği ile ilgilidir. Bu bağlamda, Çerçeve Sözleşme; YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içinde gerçekleştirilen faaliyetlerin ulusal güvenlik çıkarlarının korunmasıyla ilgili olması halinde, bu tür faaliyetlerin yürürlükteki uluslararası hukuk kuralları ile uyumlu şekilde ve demokratik kurum ve süreçlere saygılı şekilde yürütülmesinin temin edilmesi şartıyla uygulanmamaktadır (m. 3(2)). Bununla bağlantılı olarak, diğer kapsam dışı hallerde aranan ek şartlar öngörülmeksizin, Çerçeve Sözleşme'de milli savunma ile ilgili konuların kapsam içinde yer almadığı açıkça belirtilmektedir (m. 3(4)).

Ek olarak, YZ sistemlerinin test edilmesinin insan haklarını, demokrasiyi veya hukukun üstünlüğünü olumsuz etkileme potansiyeli taşıyabileceği durumlar haricinde; henüz kullanıma sunulmamış YZ sistemlerine ilişkin araştırma ve geliştirme faaliyetlerine de Çerçeve Sözleşme uygulanmamaktadır (m. 3(3)).

4.1.2.5 Çerçeve Sözleşme'nin Taraf Devletler İçin Öngördüğü Yükümlülükler

Çerçeve Sözleşme; YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içindeki faaliyetlerin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü ile tamamen uyumlu olmasını sağlama amacı doğrultusunda insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne zarar verme potansiyeline

sahip YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içindeki faaliyetleriyle ilgili olarak mevcut uluslararası insan hakları hukukunun ve ulusal yasal çerçevelerin rolünü güçlendirmektedir.

Diğer yandan, önemle belirtmek gerekir ki, Çerçeve Sözleşme yeni insan hakları veya insan hakları yükümlülükleri yaratmayı yahut mevcut geçerli korumaların kapsam ve içeriğini zayıflatmayı amaçlamamaktadır.[1323] Bunun yerine, aşağıda yer alan hukuken bağlayıcı çeşitli yükümlülükleri ortaya koyarak, YZ'nin ortaya çıkardığı yeni zorluklar bağlamında Tarafların ulusal mevzuatlarında geçerli insan hakları yükümlülüklerinin etkili bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Çerçeve Sözleşme'nin içeriği bazı temel alt başlıklara ayrılarak incelenebilmektedir.

4.1.2.5.1 Genel Yükümlülükler

Çerçeve Sözleşme'nin "Genel Yükümlülükler" başlıklı ikinci bölümünde; taraflar için insan haklarının korunması ile demokratik süreçlerin bütünlüğü ve hukukun üstünlüğüne saygı olmak üzere iki temel yükümlülük düzenlenmektedir. İlk olarak her bir tarafın, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içindeki faaliyetlerinin, uygulanabilir uluslararası hukukta ve kendi iç hukukunda yer alan insan haklarını koruma yükümlülükleriyle uyumlu olmasını sağlamak amacıyla gerekli önlemleri alması veya mevcut önlemlerini muhafaza etmesi gerekmektedir (m. 4).

Ek olarak; tarafların YZ sistemlerin demokratik kurum ve süreçlerin bütünlüğünü, bağımsızlığını ve etkinliğini zayıflatmak amacıyla kullanılmamasını sağlamak adına önlemler alması yahut var ise mevcut tedbirlerini muhafaza etmesi gerektiği hüküm altına alınmıştır (m. 5). Bu çerçevede; YZ sistemlerinin yargı bağımsızlığına saygı ve adalete erişimin etkinliğinin azaltılmasına yönelik kullanımları bakımından da gerekli korumaların sağlanması gerekmektedir. Ayrıca her bir taraf, bireylerin toplumsal tartışmalara adil erişimi ve katılımı ile özgürce fikir oluşturma yetilerinin güvence altına alınması dâhil olmak üzere demokratik süreçleri korumaya yönelik önlemler almakla yahut mevcut önlemleri muhafaza etmekle yükümlü tutulmaktadır.

4.1.2.5.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Yaşam Döngüsü İçindeki Faaliyetlerle İlgili İlkeler

YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içindeki faaliyetlerinin aşağıdaki temel ilkelerle uyumlu olması gerektiği hüküm altına alınmış (m. 6) ve her bir ilke ilgili maddelerde ayrıca

[1323] Council of Europe, *Explanatory Report,* s. 4.

açıklanmıştır:

- İnsan onuru ve bireysel özerklik (m. 7),
- Şeffaflık ve gözetim (m. 8),
- Hesap verebilirlik ve sorumluluk (m. 9),
- Eşitlik ve ayrımcılık yasağı (m. 10),
- Mahremiyete ve kişisel verilerin korunmasına saygı (m. 11),
- Güvenilirlik (m. 12),
- Güvenli inovasyon (m. 13).

4.1.2.5.3 Çözüm Yolları ve Usul Güvenceleri

Çerçeve Sözleşme'de yukarıda sayılan yükümlülüklere ek olarak taraflardan her birinin, uluslararası yükümlülüklerinin gerektirdiği ölçüde ve iç hukuk sistemleriyle tutarlı olarak, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü içindeki faaliyetlerden kaynaklanan insan hakları ihlalleri için erişilebilir ve etkili çözüm yollarının sağlanmasını temin eden tedbirler alması yahut mevcut tedbirleri muhafaza etmesi gerektiği düzenlemiştir (m. 14).

Erişilebilir ve etkili çözüm yollarının sağlanması adına alınacak tedbirler bakımından; tarafların, insan haklarını önemli ölçüde olumsuz etkileyebilecek YZ sistemleri ve bunların kullanımıyla ilgili bilgilerin belgelenmesi, bu bilgilere erişim yetkisi olan kurumlara sunulması ve uygun hallerde etkilenen kişilerin erişimine sunulması yahut iletilmesi adına ilgili tedbirleri alması yahut mevcut tedbirleri muhafaza etmesi gerektiği belirtilmiştir.

Bu kapsamda alınacak tedbirler arasında; insan haklarını önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahip YZ sistemleri ve bunların kullanımıyla ilgili bilgilerin belgelenmesini, bu bilgilere erişim yetkisi olan mercilere sunulmasını ve uygun ve uygulanabilir olduğu hallerde etkilenen kişilere sunulmasını veya iletilmesini temin eden tedbirler yer almaktadır. Ek olarak, etkilenen kişilerin, YZ sisteminin kullanımına itiraz edebilmelerini sağlayacak tedbirlerin de alınması gerekli olup ilgili kişilerin yetkili makamlara şikâyette bulunabilmeleri için tarafların iç hukuklarında buna imkân veren bir mekanizma oluşturmaları yahut mevcut mekanizmaları muhafaza etmeleri gerekmektedir.

Çerçeve Sözleşme kapsamında tarafların, YZ sisteminin insan haklarından yararlanılmasını önemli ölçüde olumsuz etkilediği durumlarda; bu durumdan etkilenen kişilere yürürlükteki uluslararası ve iç hukuka uygun olarak, usule ilişkin etkili garantiler, güvenceler ve haklar sağlama yükümlülükleri de bulunmaktadır (m. 15). YZ sistemleriyle etkileşimde bulunan kişilerin bir insan yerine bu tür sistemlerle etkileşimde bulundukları konusunda bilgilendirilmelerinin sağlanması da taraflarca usule ilişkin sağlanması gereken

güvenceler arasında yer almaktadır.

4.1.2.5.4 Risklerin ve Olumsuz Etkilerin Değerlendirilmesi ve Azaltılması

Taraflar Çerçeve Sözleşme hükümlerinin işlerlik kazanması için iç hukuklarında uygun hukuki, idari yahut diğer tedbirleri almakla yükümlü tutulmaktadır. Söz konusu tedbirlerin, YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü üzerindeki olumsuz etkilerinin ciddiyeti ve ortaya çıkma olasılığı başta olmak üzere çeşitli parametreler göz önünde bulundurularak gerekli olabilecek şekilde kademelendirilmesi ve farklılaştırılması gerekmektedir.

Bu doğrultuda tarafların her birinin; YZ sistemlerinin insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğü üzerindeki fiili ve potansiyel etkilerine ilişkin risk ve etki değerlendirmelerini yinelemeli bir şekilde yürütmesi ve belgelemeleri gerekmektedir (m. 16).

Ek olarak tarafların; YZ sistemlerinin belirli kullanımlarının insan haklarına saygı, demokrasinin işleyişi veya hukukun üstünlüğü ile bağdaşmaması halinde bu kullanımlara ilişkin olarak yasak veya moratoryum getirilmesinin gerekliliğini değerlendirmesi gerekmektedir.

4.1.2.5.5 Çerçeve Sözleşme'nin Uygulanması

Çerçeve Sözleşme'nin uygulanması sürecinde tarafların; ayrımcılık yapmama (m. 17), engelli kişiler ve çocukların haklarına saygı gösterme ve özel ihtiyaç ve hassasiyetleri dikkate alma (m. 18), kamuya açık tartışmalar ve çok-paydaşlı istişarelerle gündeme gelen YZ sistemleriyle ilgili soruları usulüne uygun değerlendirme (m. 19) ve nüfusun tüm kesimleri için dijital okuryazarlık ve dijital becerileri teşvik etme (m. 20) yönünde yükümlülükleri bulunmaktadır.

4.1.2.5.6 Takip Mekanizması ve İş Birliği

Çerçeve Sözleşme'nin uygulanabilmesi ve uygulamasının takibi için katmanlı bir mekanizma öngörülmektedir. Takip mekanizması ve iş birliğinin etkin şekilde sağlanması bakımından Çerçeve Sözleşme kapsamında;

- Tarafların temsilcilerinden oluşan ve düzenli şekilde istişarelerde bulunan ve Taraflar Konferansı adı verilen bir oluşumun kurulması (m. 23),
- Taraflarca kamu makamları veya onlar adına faaliyet yürüten özel sektör aktörleri ile diğer özel sektör aktörleri tarafından yürütülen faaliyetler kapsamında YZ sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca gerçekleştirilen süreçlere ilişkin risk ve etkileri ele almak için üstlendikleri faaliyetlerin ayrıntılarını içeren bir raporun

hazırlanması ve bu raporun Taraflar Konferansına sunulması (m. 24),

- Tarafların Çerçeve Sözleşme'nin amacını gerçekleştirilmesi için iş birliği yapmaları ve YZ ile ilgili hususlar hakkında, uygun olduğu ölçüde, kendi aralarında ilgili ve yararlı bilgi alışverişinde bulunmaları (m. 25),
- Taraflardan her birinin Çerçeve Sözleşme'deki yükümlülüklere uyumu denetlemek için bir veya daha fazla etkili mekanizma kurması yahut tayin etmesi (m. 26)

düzenleme altına alınmıştır.

4.1.2.6 Çerçeve Sözleşme'nin Yürürlüğe Girmesi

Çerçeve Sözleşme; en az üçü Avrupa Konseyi Üye Devleti olmak üzere beş imzacının onay, kabul veya uygun bulma belgelerini Avrupa Konseyi Genel Sekreterine tevdi ederek işbu Sözleşme ile yükümlü olmaya ilişkin rızalarını ifade ettikleri tarihten itibaren üç aylık bir sürenin bitimini takip eden ayın ilk günü yürürlüğe girecektir (m. 30). Çerçeve Sözleşme ile bağlı olmaya ilişkin rızasını daha sonra açıklayan herhangi bir imzacı açısından ise yürürlük tarihi onay, kabul veya uygun bulma belgesinin tevdi edildiği tarihten itibaren üç aylık bir sürenin sona ermesini izleyen ayın ilk günüdür.

Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi; Çerçeve Sözleşme'nin yürürlüğe girmesinden sonra taraflara danıştıktan ve oybirliğiyle onaylarını aldıktan sonra, Avrupa Konseyi üyesi olmayan ve Çerçeve Sözleşme'nin hazırlanmasına katılmamış olan herhangi bir Devleti, gerekli çoğunluğun sağlanması şartıyla ve Bakanlar Komitesi'nde yer alma hakkına sahip tarafların temsilcilerinin oybirliğiyle alacağı bir kararla Çerçeve Sözleşme'ye taraf olmaya davet edebilir (m. 31).

Uluslararası düzlemde YZ regülasyon çalışmaları Raporun yazım tarihi itibariyle farklı kanallardan devam etmektedir. Bu çalışmalar ve özellikle de Türkiye'nin üyesi bulunduğu Avrupa Konseyi bünyesinde hazırlanan Çerçeve Sözleşme Türkiye'deki YZ ekosistemini ve yapılacak çalışmaları önemli ölçüde etkileyebilecektir. Ancak bu çalışmaların içeriğine bakıldığında geniş bir çerçevede ilkeler üzerine kurulu oldukları görülmektedir. Nitekim ilgili BM Genel Kurulu kararında ve Çerçeve Sözleşme'de de açıkça belirtildiği üzere Devletler bu çerçeve üzerine kurulu şekilde iç hukukta düzenlemelerini yapmaya çağırılmaktadır.

Uluslararası düzlemdeki temel regülasyon çalışmalarıyla ilgili açıklamalar burada tamamlanmış olup Raporun bir sonraki bölümünde daha detaylı bir yaklaşıma sahip olan bölgesel ve ulusal YZ regülasyon çalışmaları inceleme altına alınacaktır.

4.2 ULUSAL VE BÖLGESEL YAPAY ZEKÂ REGÜLASYON ÇALIŞMALARI VE ÖRNEK UYGULAMALAR

4.2.1 Avrupa Birliği'nde Yapay Zekâ Regülasyonu

AB hukuki nitelik bakımından bir uluslararası örgüt olmakla birlikte Üye Devletleri ile arasındaki yetki paylaşımına dayalı şekilde AB seviyesinde bir yasama ve politika yapma süreci yürütülmektedir. Özellikle dijital alan regülasyonunda, düzenlemelerin hukuki bağlayıcılığı kural olarak AB ile sınırlı olsa da yarattığı etki sebebiyle AB düzenlemeleri uluslararası alandaki regülasyon çalışmalarında öncü rol oynamaktadır. YZ regülasyonunda da benzer bir durum gözlenebilmektedir.

AB içinde YZ regülasyon çalışmaları daha önce başlamış olsa da en somut ve kapsamlı regülasyon adımı 2021-2024 arasında uzun bir yasama süreci sonunda hazırlanan ve 12.07.2024 tarihinde AB Resmî Gazetesinde yayımlanarak 01.08.2024'te tamamen yürürlüğe giren ancak kademeli bir uygulama süreci öngörülen (AB) 2024/1689 sayılı tüzüktür. Tüzüğün tam adı Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi,'nin 13 Haziran 2024 tarihli ve (AB) 2024/1689 sayılı YZ'ye ilişkin uyumlaştırılmış kuralları belirleyen ve (AT) 300/2008, (AB) 167/2013, (AB) 168/2013, (AB) 2018/858, (AB) 2018/1139 ve (AB) 2019/2144 sayılı Tüzükler ile 2014/90/AB, (AB) 2016/797 ve (AB) 2020/1828 sayılı Yönergeleri tadil eden Tüzüğü"[1324] olup kısaca "YZ Yasası" (İng. Artificial Intelligence Act) olarak adlandırılmaktadır.

Anılan düzenleme önemi sebebiyle raporun bu bölümünde detaylı olarak incelenecektir. Bununla birlikte belirtilmelidir ki AB seviyesinde YZ'ye uygulanabilecek çok sayıda başka düzenleme olduğu gibi AB'nin YZ yol haritasını etkileyen bir de "The AI Continent Action Plan" isimli bir eylem planı mevcuttur[1325]. Bu plan AB YZ politikalarının yüksek işlemci gücüne sahip teknik altyapı yatırımlarına, veri erişiminin geliştirilmesine, YZ alanında yetenekli iş gücü geliştirilmesine ve mevzuat uyumunun hem iyileştirilmesine hem de gerekli görülen yerlerde mevzuatın basitleştirilmesine odaklanmasını amaçlamaktadır. Bölümün devamında önde gelen AB düzenlemeleri incelenecektir. Bu incelemede AB düzenlemelerinin işbu raporun yazım tarihi itibariyle yürürlükte olan hali esas alınmıştır.

[1324] Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1325] European Commission, "The AI Continent Action Plan", https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ai-continent-action-plan (Erişim Tarihi: 15.11.2025).

Ancak AB'de devam etmekte olan mevzuat değişikliği ve basitleştirme süreçleri sebebiyle bu düzenlemelerle ilgili değerlendirme yapılırken söz konusu düzenlemelerde zamanla önemli değişiklikler olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.1.1 Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü

(AB) 2024/1689 sayılı Tüzük hukuki nitelik bakımından bir AB tüzüğüdür (regulation). Tüzükler AB seviyesinde düzenleme yapmaya ilişkin iki temel hukuki enstrümandan biri olup diğer hukuki enstrüman türü olan yönergeye (directive) göre daha kuvvetlidir. Yönergeler AB Üye Devletlerinin uyması gereken temel ilkeleri belirleyerek Üye Devletler tarafından yapılacak iç hukuk düzenlemeleriyle uygulamaya alınırken tüzükler doğrudan AB içinde ek bir düzenlemeye gerek kalmaksızın bağlayıcı hale gelirler. Bu nedenle tüzükler genellikle birlik çapında yeknesaklık sağlanması istenen alanlarda tercih edilmektedir.

Bu noktada anılan YZ düzenlemesinin niteliğine dair bir bilgilendirme yapılması faydalı olacaktır. Her ne kadar kısa adında yasa ifadesi geçse ve günlük dilde bu şekilde anılmaya başlanmış olsa da bu düzenleme nitelik bakımından bir devletin iç hukukundaki bağlayıcı düzenleme tipini ifade eden ve "yasa" ya da "kanun" olarak ifade edilen temel hukuki enstrümandan bazı noktalarda ayrılır. AB üye ülkelerinin tamamının kendi iç hukukları ve ulusal yasa yapma prosedürleri mevcuttur. AB seviyesinde yapılan düzenlemeler ise doğrudan bu sürecin bir parçası olmayıp ulusal parlamentolardan değil AB'nin yasa koyucu kurumları olan Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi'den geçmektedir. AB'nin hangi alanlarda düzenleme yapabileceği ve bu usulün nasıl gerçekleştirileceği de üye devletler arasında imzalanan ve AB'nin kurumsal temelini oluşturan uluslararası antlaşmalara göre belirlenmektedir.

Dijital ortak pazar da bu alanlardan biri olup Üye Devletler arasında uyumsuzlukların büyük etkiler yaratabileceği temel gerekçesiyle bu alandaki düzenlemeler de giderek artan biçimde yeknesaklık etkisi daha yüksek araç olan tüzükler aracılığıyla yapılmakta, bu tüzüklere ise sıklıkla "yasa" (Act) denilmektedir. Ancak bu isimlendirme bir tüzüğü hukuken ulusal yasalar ile aynı niteliğe büründürmez; tüzüğün doğası ve doğrudan uygulanabilirliği korunur. Bu açıklamalar ışığında ve özellikle düzenlemenin yeni doğası sebebiyle oluşabilecek hukuki nitelik karışıklıklarını önlemek amacıyla Raporun devamında bu tüzük kısaca "YZ Yasası" olarak değil "YZ Tüzüğü" ya da kısaca "YZT" olarak anılacaktır.

AB'nin bu yasama sürecine yaklaşan isimlendirme politikası yalnızca YZT'ye özgü

değildir. Dijital Hizmetler Tüzüğü (Digital Services Act- DSA)[1326], Dijital Piyasalar Tüzüğü (Digital Markets Act- DMA)[1327], Veri Tüzüğü (Data Act- EUDA)[1328] ve Veri Yönetişim Tüzüğü (Data Governance Act- DGA)[1329] gibi diğer düzenlemelerde de benzer bir isimlendirme benimsenmiştir. AB'nin sanki bir ulus devlet yasa koyucusu gibi bazı alanları düzenlemeyi tercih ettiğini gösterdiği için AB regülasyon politikalarının doğru okunması ve anlaşılması bakımından bu isimlendirme politikası önem taşımaktadır.

YZT'nin bu geniş kapsamlı isimlendirmesi, hukuki enstrüman niteliğinin ötesinde de yanıltıcı olabilecektir. YZT her ne kadar düzenlediği alan itibariyle bazı genel nitelikli düzenlemeler içerse de kapsamı bakımından YZ'nin her noktasını ve açısını düzenlemeye çalışan genel nitelikli bir düzenleme değildir. YZT genel olarak YZ teknolojisini değil, YZ'nin "YZ sistemi" ve "genel amaçlı YZ modeli" olarak isimlendirdiği ve belirli kriterlere göre tanımladığı uygulamalarını hedef alan ve bunlara piyasa bakış açısıyla yaklaşan bir düzenlemedir. Bununla bağlantılı olarak YZT bazı özel noktalar dışında bir YZ sisteminin kullanımından kimin sorumlu olduğu, YZ'nin kullanımında kişisel verilerin nasıl kullanılabileceği ya da YZ çıktıları ya da ürünleri üzerindeki hakların kime ait olduğu gibi pratik önemi yüksek olan ve regülasyon tartışmalarında öne çıkan bazı temel hususları düzenlememektedir.[1330] YZT'nin temel yaklaşımı AB'nin temel değerleriyle bağdaşmayan bazı uygulamaların yasaklanması, yasaklanmayan uygulamaların ise belirli risk gruplarına ayrılarak geliştirilme sürecinden piyasaya sürülmesine kadar geçen sürede ve piyasaya sürüldükten sonra kullanım ömrü boyunca atılması gereken adımları düzenlemek üzerine kuruludur.[1331]

Raporun bu bölümünde YZT'nin yasama süreci, getirdiği düzenlemeler, uygulamaya ve özellikle Türkiye'de yapılacak regülasyon çalışmalarına etkileri detaylı olarak

---

[1326] Regulation (EU) 2022/2065 of the European Parliament and of the Council of 19 October 2022 on a Single Market for Digital Services and amending Directive 2000/31/EC (Digital Services Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2065/oj/eng (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1327] Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector and amending Directives (EU) 2019/1937 and (EU) 2020/1828 (Digital Markets Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1925/oj/eng (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1328] Regulation (EU) 2023/2854 of the European Parliament and of the Council of 13 December 2023 on harmonised rules on fair access to and use of data and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive (EU) 2020/1828 (Data Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2854/oj/eng (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1329] Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/868/oj/eng (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1330] Güçlütürk, Osman Gazi, "Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025 (Kısaltma: "*Kodlar ve Kanunlar*"), s. 109-178.

[1331] a.g.e

incelenecektir.

4.2.1.1.1 Yapay Zekâ Tüzüğü Yasama Süreci

YZT, AB'nin olağan yasama prosedürü (ordinary legislative procedure) izlenerek ve uzun süren bir yasama süreci sonucunda oluşturulmuştur. YZT'nin yasama süreci, Nisan 2021'de Avrupa Komisyonu tarafından sunulan bir teklif ile başlamıştır

Tüzükler, AB'nin İşleyişine İlişkin Antlaşma'nın 288. maddesinde belirtilen olağan yasama prosedürü ile kabul edilmektedir. Bu süreçte teklif Avrupa Komisyonu tarafından sunulur ancak Avrupa Komisyonu bir yasa koyucu organ değildir. AB yasa yapma sürecinde yasa koyucu organlar, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi'dir. AB Komisyonu'nun önerisi önce Parlamento'da değerlendirilir, ardından Avrupa Konseyi'ne iletilir. Süreç içinde her iki kurumun değişiklik talepleri olabilir. Taraflar arasında anlaşma sağlanamaması halinde uzlaşma komitesi devreye girer. Komite uzlaşma sağlayamazsa süreç sona erer. Sağlanan uzlaşma ise yeniden her iki kurumun onayına sunulur ve onaylanırsa metin kabul edilmiş olur.

AB yasa yapma süreci oldukça teknik ve biçimsel olup tartışmalı konuların bu mekanik süreç içinde başarıya ulaşması mümkün görülmediğinden tartışmalı konularda esneklik ve yasa koyucular arası gerekli tartışma zeminini sağlamak için "Üçlü Görüşmeler" (Trilogue) adı verilen resmi olmayan görüşme zemini sıklıkla kullanılmaktadır. YZT sürecinde de teklifin ardından Avrupa Parlamentosu'nun görüşünü zamanında oluşturamaması nedeniyle AB Konseyi Aralık 2022'de kendi genel yaklaşımını içeren bir belge yayımlamış, Avrupa Parlamentosu ise pozisyonunu ancak 14 Haziran 2023'te açıklamıştır. Aynı gün üçlü görüşme süreci de başlatılmıştır. Bu görüşmeler Aralık 2023'te toplamda 70 saati aşan toplantıların ardından sonuçlanmış ve genel bir uzlaşıya varılmıştır. Görüşmelerin sonucunda oluşan ortak metin üzerinde yapılan son düzenlemelerle birlikte taslak metin önce 13.03.2024'te Avrupa Parlamentosu'nda kabul edilmiş, ardından 16.04.2024'te yazım hatalarını düzelten bir "corrigendum" metni yayımlanmıştır. Nihayetinde 21.05.2024'te AB Konseyi tarafından da onaylanan metin, 12.07.2024 tarihinde Avrupa Birliği Resmî Gazetesi'nde yayımlanmış ve yürürlük düzenlemesi uyarınca 20 gün sonra, 01.08.2024'te yürürlüğe girmiştir.

Her ne kadar adı genel bir kapsamı ima etse de daha önce belirtildiği üzere, YZT, YZ sistemlerinin veya modellerinin tüm alanlarını kapsayan bir düzenleme değildir. Ağırlıklı olarak teknik düzenleme niteliği taşıyan ve ürün güvenliği perspektifiyle oluşturulmuş bir düzenlemedir. Bu nedenle kişisel veriler, hukuki sorumluluklar ya da fikri mülkiyet gibi alanlar YZT kapsamında doğrudan düzenlenmemektedir. YZT'nin ana yaklaşımı risk

temellidir. Ancak bu yaklaşım, her bir somut olayda özel bir risk analizine dayalı değildir. Aksine, risk kategorileri yasa koyucular tarafından baştan belirlenmiş ve yalnızca bazı durumlarda Komisyon'a bu kategorileri değiştirme yetkisi verilmiştir. Bölümün devamında YZT'nin kapsamı ve getirdiği düzenlemeler incelenecektir.

4.2.1.1.2 Kapsam

YZT'nin uygulanabilmesi şu dört unsurun bir arada bulunması gerekmektedir: (i) Ortada bir YZ sistemi veya genel amaçlı YZ modeli olmalıdır; (ii) YZT kapsamına giren bir operatör mevcut olmalıdır; (iii) YZT'nin yer bakımından uygulama şartı sağlanmalıdır ve olumsuz bir şart olarak (iv) YZT'nin uygulama istisnalarından biri mevcut olmamalıdır.

4.2.1.1.2.1 Yapay Zekâ Sistemi ve Genel Amaçlı Yapay Zekâ Modeli

YZT, günlük hayatta YZ olarak anılan tüm sistemleri kapsamamaktadır. Uygulama alanına girebilmesi için sistemin veya modelin YZT m. 3'te yer alan tanımlara uygun olması gereklidir.

YZ sistemi YZT m. 3(1)'de "farklı ölçülerde özerklikle çalışacak şekilde tasarlanmış ve kullanıma alındıktan sonra da gelişip adapte olabilen ve açık veya örtülü hedefler doğrultusunda aldığı girdilerden, fiziksel veya sanal ortamları etkileyebilecek tahmin, içerik, öneri veya karar gibi çıktıları nasıl oluşturabileceği yönünde çıkarımlarda bulunan makine tabanlı bir sistem" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım oldukça geniş ifadelere sahip olmakla birlikte YZT'nin özellikle modern anlamda YZ öncesi süreçte geliştirilmiş, kural temelli, tamamen girdileri ve çıktıları ve sonuçları itibariyle öngörülebilir olan sistemleri kapsama niyeti olmadığı vurgulanmalıdır. Diğer bir deyişle her ne kadar geliştirildikleri dönemde YZ olarak adlandırılmış olsalar da 20-30 yıl önce geliştirilmiş olan satranç oynayan, çeviri yapan ya da kullanıcıyla etkileşime geçen sistemler YZT anlamında YZ sistemi olarak kabul edilmeyecektir.

Genel amaçlı YZ modeli ise YZT m. 3(63)'te "özerk bir gözetimle büyük miktarda veri kullanılarak geliştirilenler de dahil ama piyasaya sürülmeden önce araştırma, geliştirme veya prototip oluşturma faaliyetleri için kullanılanlar hariç olmak üzere, önemli genel yetenekler sergileyen ve piyasaya sürülme şekline bakılmaksızın geniş bir yelpazedeki farklı görevleri yetkin bir şekilde yerine getirebilen ve çeşitli alt sistemlere veya uygulamalara entegre edilebilen YZ modeli" olarak tanımlanmaktadır. YZT sistemler konusunda oldukça geniş ve kapsayıcı bir yaklaşım benimserken modeller bakımından bir ayrıma gitmiş ve genel olarak YZ modellerini düzenlememiştir. Ancak bu genel amaçlı YZ modellerinin tamamen

kapsam dışı bırakıldığı şeklinde anlaşılmamalıdır. YZ modelleri arayüz aracılığıyla neredeyse her zaman sisteme dönüştürülecek ve YZ sistemi olarak YZT kapsamında düzenlemelere tabi olacaktır. Genel amaçlı YZ modelleri ise çok sayıda sisteme dayanak teşkil edebilecek olmaları, olası geniş kapsamlı yüksek etkileri sebebiyle model seviyesinde de düzenleme altına alınmıştır. Genel amaçlı YZ modelleri de sisteme dönüştürüldükleri zaman ayrıca YZ sistemi olarak ilgili düzenlemelerin uygulanmasını tetikleyecektir.

4.2.1.1.2.2 YZT Kapsamındaki Operatörler

YZT'nin uygulanması için ikinci şart YZ sistemi ya da genel amaçlı modeliyle ilgili kapsam içinde kalan bir operatörün bulunmasıdır. YZT YZ sistemlerinin geliştirilmesi veya kullanılmasına dahil olan herkes için değil, yalnızca "operatör" olarak tanımlanan aktörler için yükümlülükler getirmektedir. Bu aktörler arasında sağlayıcı, yerleştirici, yetkili temsilci, ithalatçı, distribütör ve dolaylı olarak ürün imalatçısı yer almaktadır.

Her bir operatör tanımı YZT m. 3'te açıkça yer almakta, yükümlülükler bu çerçevede belirlenmektedir. Örneğin sağlayıcı, bir YZ sistemini kendi adı ya da markası altında piyasaya süren kişi veya kurumu ifade ederken; yerleştirici, kişisel olmayan amaçlarla bu sistemi kendi otoritesi altında kullanan aktörü ifade eder. Ürün imalatçıları ise başka AB mevzuatlarına yapılan atıflar yoluyla dolaylı olarak kapsanmaktadır.

4.2.1.1.2.3 YZT'nin Yer Bakımından Uygulanması

Tüzüğün uygulanabilmesi için coğrafi kapsam koşullarının da sağlanması gerekir. Bu kapsam, sağlayıcılar ve yerleştiriciler için farklılık göstermektedir. AB içinde yerleşik olsun ya da olmasın, sistem ya da modelini AB pazarına sunan sağlayıcılar YZT'ye tabidir. Benzer şekilde, AB'de yerleşik olmayan ancak sistem çıktıları AB'de kullanılan sağlayıcılar da kapsam içindedir. Yerleştiriciler bakımından da aynı şekilde, kullanımın AB sınırları içinde gerçekleşmesi yeterlidir.

4.2.1.1.2.4 İstisnalar

Tüzüğün uygulanmasını engelleyen durumlar da düzenlenmiştir. Mevcut Birlik mevzuatları ile hâlihazırda düzenlenen ürünler için tekrar düzenleme yapılmaması amacıyla bazı istisnalar getirilmiştir. Ulusal güvenlik ve savunma sanayisine ilişkin istisnalar da bu kapsamda değerlendirilmelidir.

Ayrıca bilimsel araştırma ve geliştirme amacıyla kullanılan sistemler ile piyasaya sürülmeden önce yapılan test ve geliştirme faaliyetleri de istisna kapsamındadır. Kişisel kullanım için yapılan uygulamalar da yerleştirici tanımı dışında bırakılmıştır. Açık kaynak ve

ücretsiz lisanslarla sunulan sistemler ise, sistemin yüksek riskli ya da şeffaflık yükümlülüğü taşıyan bir sistem olarak piyasaya sunulmaması koşuluyla tüzük kapsamı dışında kalmaktadır. Aynı durum, genel amaçlı YZ modelleri için de benzer biçimde düzenlenmiştir. Ancak sistemik risk taşıyan modeller için bu istisnalar geçerli değildir.

Tüm bu istisnalar somut olay bazında yorum gerektirir. Bu nedenle YZT'ye ilişkin değerlendirmelerde hem sistemin hem de modelin teknik özellikleri dikkate alınarak istisnaların uygulanabilirliği ayrıca analiz edilmelidir.

4.2.1.1.3 Risk Odaklı Yaklaşım

YZT hem YZ sistemleri hem de genel amaçlı YZ modelleri için risk odaklı yaklaşımı benimsemektedir. Bunun bir sonucu olarak YZ sistemleri bakımından bazı uygulamaların taşıdığı risk sebebiyle AB içinde piyasaya sürülmesi ya da hizmete sunulması yasaklanmış; bazı YZ kullanım senaryoları yüksek riskli kabul edilmiş ve risk taşımayan ya da düşük risk taşıyan sistemler için ise bağlayıcı kurallar öngörülmemiştir. Genel amaçlı modeller bakımından ise tüm genel amaçlı model sağlayıcıları için belirli yükümlülükler öngörülmüş ancak yüksek etki kapasitesine sahip model sağlayıcıları için daha katı ek yükümlülükler getirilmiştir.

4.2.1.1.3.1 Yapay Zekâ Sistemleri için Getirilen Risk Sınıflandırması ve Hukuki Sonuçları

YZ sistemleri için getirilen risk odaklı yaklaşıma bakıldığında birbirine inhisari nitelikte üç temel risk grubu düzenlendiği görülmektedir. Bunlar YZT m. 5'te düzenlenen ve yasaklanan uygulamalar, YZT m. 6'da düzenlenen yüksek riskli YZ sistemleri ve diğer sistemlerdir. Bir YZ sistemi bu üç gruptan yalnız bir tanesine dahil olabilecektir. Bu sebeple bir sistemin hangi risk grubunda kaldığı değerlendirilirken de öncelikle sistemin yasaklanmış bir uygulama içerip içermediği, böyle bir uygulama yoksa yüksek riskli olup olmadığı incelenmeli, eğer ne yasaklanmış ne yüksek riskli bir sistem varsa o zaman sınıflandırmanın bağlayıcı bir düzenlemeyi tetiklemediği sonucuna varılmalıdır.

Yasaklanan uygulamalar her ne kadar YZT madde metninde doğrudan bu şekilde adlandırılmasa da YZT'nin gerekçesinde yer alan ifadelerden ve AB kurumlarının YZT ile ilgili bilgilendirmelerinden yola çıkılarak kabul edilemez risk taşıyan sistemler olarak da adlandırılmaktadır. Bunlar YZT m. 5'te şekli açıdan sınırlı sayıda sayılmış uygulamalardır ancak bu sistemlerin düzenlenmesinde kullanılan bazı ifadelerin yoruma açık olması sebebiyle bir sistemin bu kapsamda kalıp kalmadığı her somut olay özelinde ayrıca

değerlendirilmelidir. Yasaklanmış uygulamalar; içinde kolluk faaliyetleri amacıyla kamuya açık alanlarda gerçek zamanlı biyometrik tanıma, işyerlerinde ve eğitim kurumlarında duygu tanıma, kişinin normalde vermeyeceği kararları vermesine ve zarara uğramasına sebep olacak sübliminal sistemler, kişilerin daha kötü ya da olumsuz muamele görmesine sebep olacak sosyal kredi sistemleri gibi temel insan hakları ve demokratik toplumun gerekleriyle uyuşmayan uygulamalar yer aldığı görülmektedir. Bu maddede yer alan bazı ifadeler yoruma açık olup bir sistemin bu kapsamda yasaklanıp yasaklanmadığının tespitinin her somut olay özelinde ayrıca yapılmasının gerekli olduğu tekrar vurgulanmalıdır. Bu tespitin doğru şekilde yapılabilmesi için AB Komisyonu tarafından bir rehber de yayınlanmıştır. Ayrıca belirtilmelidir ki YZT m. 5 kapsamında yasak olan bu sistemlerin geliştirilmesi değil AB içinde piyasaya sürülmesi ya da hizmete sunulmasıdır. YZT AB içinde bu sistemlerin geliştirilmesini ve hatta geliştirilip AB harici ülkelere ihracını ise yasaklamamaktadır.

Bir sistemin yasaklanmış uygulama içermesinin hukuki sonucu o sistemin AB içinde piyasaya sürülmemesi ya da hizmete sunulmaması olduğundan eğer hâlihazırda sunulmuş ise de bir an önce çekilmesi gerekecektir. YZT m. 5 02.02.2025 tarihinden itibaren uygulanmaya başladığından Raporun yazım tarihi itibariyle bu durum geçerlidir.

Sistemler için temel risk sınıfının ikinci ve YZT'nin en çok önem verdiği risk grubu ise yüksek riskli YZ sistemleridir. Bir sistemin yüksek riskli olarak sınıflandırılması için iki yol mevcuttur. İlk olarak YZT Ek-I'de listelenen AB düzenlemeleri kapsamında ürün veya bir ürünün güvenlik bileşeni olan ve bu listede tabi olduğu ilgili düzenleme uyarınca piyasaya ya da hizmete sunulması için üçüncü parti bir uyum değerlendirmesinden geçmesi gereken YZ sistemleri yüksek riskli YZ sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. İkinci ihtimal olarak ise YZT Ek-III'te yer alan alanlarda kullanılan YZ sistemleri yüksek riskli YZ sistemleri olarak belirlenmiştir.

Ek-III'te yer alan YZ sistemleri sekiz ana kullanım alanı altında kullanım senaryoları ile şu şekilde listelenmiştir:[1332]

[1332] Ek-III'te yer alan listenin tablo haline getirilmiş çevirisi Osman Gazi Güçlütürk, *Kodlar ve Kanunlar*, s. 153'ten alınmıştır.

Tablo 12. YZT Ek-III'te Yer Alan Yüksek Riskli YZ Kullanım Alanları ve Senaryoları

Kullanım Alanı	Kullanım Senaryoları
Biyometrik sistemler	1) Sadece bir kişinin söylediği kişi olup olmadığını doğrulamak için kullanılan sistemler haricinde uzaktan biyometrik tanıma sistemleri; 2) Hassas veya korunan nitelikler ya da bu niteliklerin çıkarımına dayalı özelliklere göre biyometrik kategorilendirme için kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 3) Duygu tanıma ve tespiti için kullanılması amaçlanan YZ sistemleri.
Kritik altyapı	Kritik dijital altyapının, karayolu trafiğinin yönetimi ve işletilmesinde veya su, gaz, ısıtma ya da elektrik tedarikinde güvenlik bileşenleri olarak kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
Öğrenim ve mesleki eğitim	1) Her seviyedeki öğrenim ve mesleki eğitim kurumlarına erişimi veya kabulü belirlemek ya da gerçek kişileri bu kurumlara yerleştirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) Öğrenme sürecini yönlendirmek amacıyla kullanılan sonuçlar da dahil olmak üzere, öğrenme çıktılarını değerlendirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 3) Bir bireyin alacağı veya erişebileceği uygun eğitim-öğrenim seviyesini değerlendirmek amacıyla her seviyedeki öğrenim ve mesleki eğitim kurumları bağlamında veya bu kurumlar içinde kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 4) Her seviyedeki öğrenim ve mesleki eğitim kurumlarında, sınavlar sırasında öğrencilerin yasaklanmış davranışlarını izlemek ve tespit etmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
İstihdam, işçi yönetimi ve serbest mesleğe erişim	1) Gerçek kişilerin işe alınması veya seçilmesi amacıyla, özellikle hedeflenmiş iş ilanları yerleştirmek, iş başvurularını analiz etmek ve filtrelemek ve adayları değerlendirmek için kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) İş ile ilgili ilişkilerin şartlarını etkileyen kararlar almak, iş ile ilgili sözleşme ilişkilerinin terfi veya sonlandırılması, bireysel davranış veya kişisel özelliklere dayalı görevlerin tahsisi ya da bu ilişkilerdeki kişilerin performans ve davranışlarını izlemek ve değerlendirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
Zaruri özel hizmetler ile kamu hizmetlerine ve yardımlara erişim ve bunlardan yararlanma	1) Kamu otoriteleri tarafından veya kamu otoriteleri adına, gerçek kişilerin sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere temel kamu yardımları ve hizmetleri için uygunluğunu değerlendirmek, bu yardımları ve hizmetleri vermek, azaltmak, geri almak veya geri talep etmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) Mali dolandırıcılığı tespit etmek amacıyla kullanılan YZ sistemleri hariç olmak üzere gerçek kişilerin kredibilitesini değerlendirmek veya kredi notunu belirlemek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 3) Gerçek kişilere yönelik olarak hayat ve sağlık sigortasında risk değerlendirmesi ve fiyatlandırma amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 4) Gerçek kişiler tarafından yapılan acil çağrıları değerlendirmek ve sınıflandırmak veya polis, itfaiyeciler ve tıbbi yardım dahil olmak üzere acil ilk müdahale hizmetlerinin sevk edilmesi ya da öncelik sıralamasının belirlenmesi ve acil sağlık hizmetleri hasta triyaj sistemleri için kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
Kolluk faaliyetleri	1) Kolluk otoriteleri tarafından veya adına, ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kolluk otoritelerini desteklemek veya onların adına, bir gerçek kişinin suç mağduru olma riskini değerlendirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) Kolluk otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kolluk otoritelerini desteklemek amacıyla poligraf veya benzeri araçlar olarak kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 3) Kolluk otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kolluk otoritelerini desteklemek amacıyla suçların soruşturulması veya kovuşturulması sırasında delillerin güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri;

	4) Kolluk otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kolluk otoritelerini desteklemek amacıyla gerçek kişilerin veya grupların kişilik özelliklerini ve geçmiş suç davranışlarını değerlendirmek veya bir kişinin suç işleme veya tekrar suç işleme riskini değerlendirmek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 5) Kolluk otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kanun uygulama otoritelerini desteklemek amacıyla, suçların tespiti, soruşturulması veya kovuşturulması sırasında gerçek kişilerin profil oluşturması amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
Göç, sığınma ve sınır kontrolü yönetimi	1) Yetkili kamu otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından poligraf veya benzeri araçlar olarak kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) Bir Üye Devletin topraklarına girmeyi amaçlayan veya girmiş olan bir gerçek kişinin oluşturduğu güvenlik riski, düzensiz göç riski veya sağlık riski gibi bir riski değerlendirmek amacıyla yetkili kamu otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 3) Yetkili kamu otoritelerine sığınma, vize veya oturma izni başvurularının incelenmesi ve başvuran gerçek kişilerin uygunluğuna ilişkin şikayetlerin değerlendirilmesi konusunda, delillerin güvenilirliğinin değerlendirilmesi dahil olmak üzere yardımcı olmak amacıyla yetkili kamu otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 4) Seyahat belgelerinin doğrulanması hariç olmak üzere, göç, sığınma veya sınır kontrolü yönetimi bağlamında gerçek kişileri tespit etmek, tanımak veya kimliğini belirlemek amacıyla yetkili kamu otoriteleri tarafından veya adına ya da Birlik kurumları, organları, ofisleri veya ajansları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.
Adaletin tesisi ve demokratik süreçler	1) Yargı mercileri tarafından veya adına, bir yargı merciine, vakıaları ve hukuku araştırmada ve yorumlamada, hukuku belirli bir olaya uygulamada veya alternatif uyuşmazlık çözümünde benzer bir şekilde kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri; 2) Gerçek kişilerin doğrudan maruz kalmadığı, siyasi kampanyaların idari veya lojistik açıdan organize edilmesi, optimize edilmesi veya yapılandırılması için kullanılan araçlar dahil olmamakla birlikte bir seçim veya referandum sonucunu veya gerçek kişilerin seçimlerde veya referandumlarda oy kullanma davranışını etkilemek amacıyla kullanılmak üzere tasarlanmış YZ sistemleri.

Bir YZ sisteminin yüksek riskli olarak sınıflandırılabilmesi için insan hayatını tehlikeye atması ya da toplum için çok ciddi riskler taşıması zorunlu değildir. YZT kapsamındaki yüksek risk değerlendirmesi temel haklara, sağlık ve emniyete olası etkiye dayalı bir bakış açısıyla günlük uygulamaları da kapsayabilecek şekilde AB yasa koyucuları tarafından belirlenmiştir. Gerçekten de bu listede yer alan kullanım senaryolarından bazıları, örneğin yasaklanmamış biyometrik tanıma faaliyetlerinde ya da işe alım sürecindeki değerlendirmelerde veya temel kamu hizmetlerine kimin erişebileceğini belirlemede YZ'nin kullanımı günlük hayatta yoğun kullanım alanları olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer bir ifadeyle YZT'nin kapsamına hâlihazırda mevcut ve kullanılan çok sayıda sistem de yüksek riskli olarak girebilecektir. Her ne kadar bu sistemler yasaklanmış uygulamalara nazaran daha pratik ifadelerle düzenlenmiş olsalar da kullanılan ifadelerin yorumlanması sebebiyle somut

olay özelinde bir sistemin yüksek riskli olup olmadığı sorusu gündeme gelebilecektir.

YZ gibi dinamik bir alanda hukuki, teknik ve operasyonel önemli süreçlerin alınmasını gerektirecek bir sınıflandırma olan yüksek riskli YZ sınıflandırmasının teknolojinin gelişmesiyle birlikte güncellenmesi de gerekebilecektir. Yasaklanmış uygulamalar ya da Ek-I'de yer alan yüksek riskli YZ sınıflandırmasını tetikleyen mevzuat listesinin değiştirilmesi için AB yasama süreci doğrultusunda YZT'nin bir tüzük olarak değiştirilmesi gerekecektir. Ancak kullanım senaryolarına dair Ek-III bakımından bu süreci takip etmeye gerek kalmaksızın AB Komisyonu'nun değişiklik yapabileceği düzenleme altına alınmış ve bu itibarla sürekli uzun ve külfetli yasa yapma sürecinin tetiklenmesine gerek kalmaksızın teknolojinin gelişen dinamiklerine göre adımların atılabilmesinin önü açılmıştır. YZ alanındaki gelişmelerin hızı ve alanın dinamik doğası sebebiyle yapılacak hukuki düzenlemelerin çok hızlı şekilde uygulanamaz hale gelmesinin önüne geçebilmek ve değişen koşullara göre hızlı adımlar atabilmek için gerekli hukuki koruma mekanizmalarına da yer vermek koşuluyla kanun seviyesinde sadece çerçevenin çizilmesi ve detaylı hususların yürütmeye ya da diğer idari makamlara bırakılması önemli ve işlevsel bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnhisari risk sınıflandırmasının son grubu ise YZT metninde özel bir ifadeyle sınıflandırılmayan ancak AB kurumlarının YZT ile ilgili iletişim ve bilgilendirmelerindeki ifadeler sebebiyle düşük ya da minimal riskli YZ sistemleri olarak adlandırılan gruptur. YZT m. 5 kapsamında yasaklanmamış ve YZT m. 6 uyarınca iki yoldan herhangi biri kapsamında yüksek riskli olarak sınıflandırılmayan tüm sistemler bu kapsamda kalacaktır.

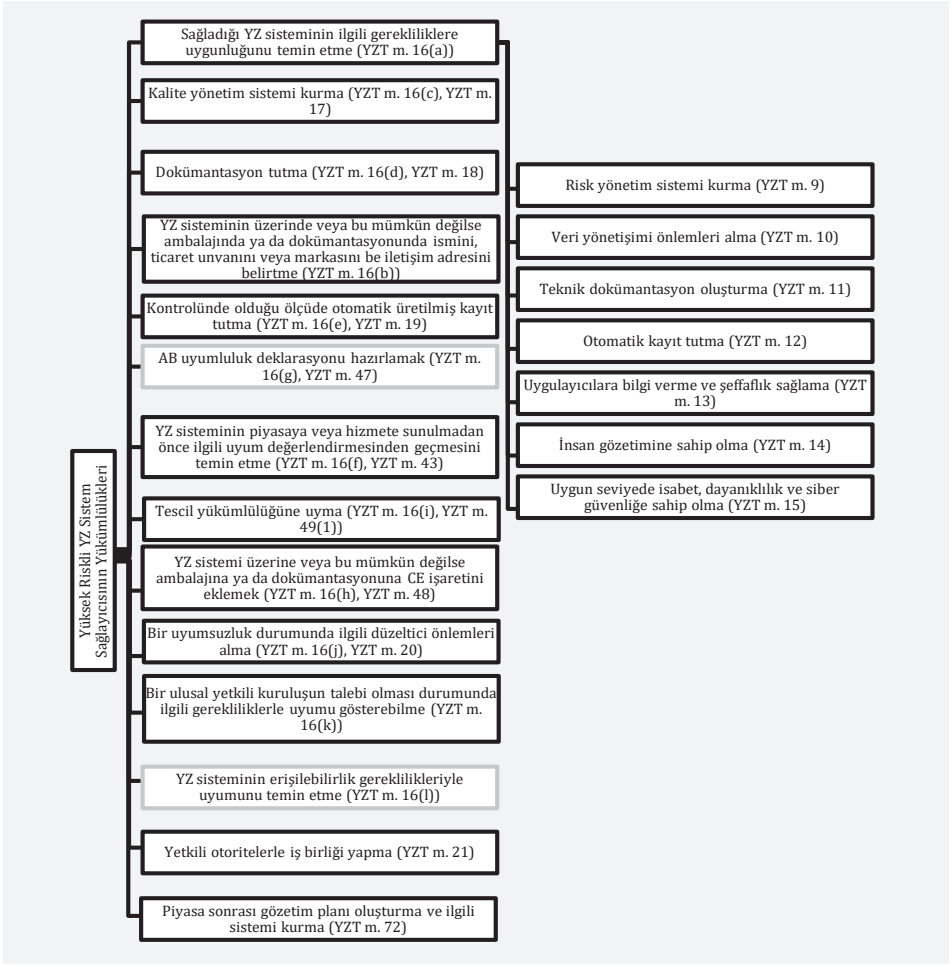
Bu üç temel risk grubuna ek olarak, AB kurumlarının YZT ile ilgili bilgilendirmelerindeki ifadelere dayalı olarak ve "sınırlı risk" ya da "şeffaflık riski" taşıyan sistemler olarak adlandırılan bir grup sistem daha mevcuttur. YZT'de bu sistemler ayrı bir risk grubu olarak sınıflandırılmadığı gibi bu grup üç temel risk grubuyla da doğrudan ilgili değildir. YZT ile m. 50'de listelenen bazı özel işlevleri yerine getiren sistemler için temel risk gruplarındaki sınıflandırmasına bakılmaksızın ek şeffaflık yükümlülükleri getirilmiştir. Buradaki işlevler ve getirilen yükümlülükler şeffaflık odaklı olduğu için de bu sistemler uygulamada ve bazı bilgilendirme dokümanlarında şeffaflık odaklı ayrı bir risk grubu olarak adlandırılagelmiştir. Ancak teknik olarak bu doğru bir sınıflandırma değildir. YZT m. 50'de yer alan yükümlülükler herhangi bir risk grubuna dahil olan değil özellikle listelenen işlevleri yerine getiren tüm sistemlerin sağlayıcıları için uygulanacaktır. Temel risk grubuyla bağlantısı da bulunmadığından yasaklanmış olmayan tüm sistemler, yüksek riskli olup olmamasına bakılmaksızın, bu kapsamda kalabilecektir.

Bu açıklamalar ışığında YZT kapsamında bir YZ sisteminin sınıflandırılmasında öncelikle sistemin YZT m. 5 kapsamında yasaklanmış olup olmadığının incelenmesinin, yasaklama söz konusu değilse YZT m. 6 kapsamında yüksek riskli olup olmadığının değerlendirilmesinin gerekeceği ve ayrıca yüksek riskli sistem sınıflandırmasından bağımsız olarak sistem yasaklanmamışsa işlevleri bakımından YZT m. 50 kapsamında kalıp kalmadığının inceleneceği anlaşılmaktadır.

Yapılacak bu değerlendirme sonucunda sistemin sınıflandırmasının hukuki sonuçları tespit edilecektir. Eğer söz konusu sistem yasaklanmış uygulamalar kapsamında kalıyorsa geliştirilmesi ya da AB dışına satışı mümkün olmakla birlikte AB içinde piyasaya sürülmesi ya da hizmete sunulması mümkün değildir. Yüksek riskli sistemler için farklı operatörler için farklı yükümlülükler tetiklenecektir. Ne yasaklanmış ne de yüksek riskli olan sistemler için ise zorunlu bir yükümlülük getirilmemektedir. Ayrıca, yasaklanmamış sistemler için, m. 50 kapsamında yer alan işlevler gerçekleştiriliyorsa ilgili işlev için öngörülen yükümlülüğe uygun davranılması gerekecektir.

Bu yükümlülükler içinde özellikle yüksek riskli YZ sistemleri ve operatörleri için getirilen yükümlülükler öne çıkmaktadır. YZT hem yüksek riskli sistemlerin tasarım ve işleyişini hem de doğrudan operatörlerin faaliyetlerini hedef alan farklı düzenlemeler getirmektedir. YZT m. 8-15 arasında yüksek riskli YZ sistemlerinin uygun olması gereken teknik gereklilikler (technical requirements), YZT m. 16'dan itibaren ise farklı operatörler için uyulması gereken hukuki yükümlülükler (obligations) düzenlenmektedir. Bir yüksek riskli YZ sisteminin teknik gerekliliklere uygun olmasını temin etmek ise sağlayıcının yükümlülüklerinden biridir. Yüksek riskli YZ sistem sağlayıcılarının yükümlülüklerini şu şekilde özetlemek mümkündür:[1333]

[1333] Osman Gazi Güçlütürk, *Kodlar ve Kanunlar*, 2025, s. 161.



Özellikle yüksek riskli YZ sistemleri için getirilen teknik gerekliliklere bakıldığında, bu sistemler için risk yönetim çerçevesi oluşturulması, teknik dokümantasyon ya da kayıt tutulması, sistemin geliştirilmesi için kullanılan veri setlerinin doğru, temsil kabiliyetini haiz ve yüksek kaliteli olması, sistemde insan gözetiminin sağlanması, dayanıklılığın, siber güvenliğin sağlanabilmesi ve sistem çıktılarının doğruluk ya da isabet oranlarının yüksek olması için önlemler alınması gerektiği görülmektedir. Her ne kadar ilgili madde ifadeleri detaylı gözükse de bu teknik gereklilikler ifadeleri itibariyle çerçeve nitelik taşımakta ve uygulamada bunlara uygun olmanın ne anlama geldiği YZT'de açıkça düzenlenmemektedir. YZT'nin inovasyonu engelleyeceğine, YZ gelişimi için olumsuz etki doğurabileceğine dair iddiaların temelinde de bu teknik gerekliliklerin YZ'nin gelişimi için engel teşkil edeceği kaygıları bulunmaktadır.

YZT düzenlemelerinin YZ sistem üretim süreçlerine yüksek riskli sistemler bakımından ek maliyetler getireceği açıktır. Ancak sadece ek yükümlülükler getirdiği gerekçesiyle YZT düzenlemelerinin YZ gelişimini olumsuz etkileyeceğini söylemek doğru olmayacaktır. Söz konusu teknik gerekliliklerin uygulamada ne anlam ifade edeceği ve bu gerekliliklere uygunluğun nasıl denetleneceği noktasında YZT'nin odağında uygunluk değerlendirme (conformity assessment) süreci bulunmaktadır. YZT uyarınca yüksek riskli sistem sağlayıcıları sadece teknik gerekliliklere uygunluğu temin etmekle değil, sistemlerinin uygunluğunu bir uygunluk değerlendirme süreciyle kontrol etmekle de yükümlüdür. YZT kapsamında uygunluk değerlendirmesi doğrudan sağlayıcının iç kontrolü ile ya da üçüncü parti uygunluk değerlendirme konusunda yetkilendirilmiş, onaylanmış kuruluşların dahil olmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Teknik gerekliliklere uygun olmamanın ve bu itibarla bununla bağlantılı yükümlülükleri yerine getirmemenin yaptırımı ise söz konusu YZ sisteminin AB içinde piyasaya sürülememesi ya da hizmete sunulamamasıdır.

Uygunluk denetiminde teknik gerekliliklere uygunluğun denetlenmesinde ise odakta teknik standartlar bulunmaktadır. Teknik standartlar doğrudan bir hukuki düzenleme niteliğinde olmayıp uzun yıllardır teknik ürünlerin kapasitelerini, enerji kullanım ölçeklerini ve verimliliğini, sistem uyumluluklarını, geliştirme ve üretim sürecindeki bazı kritik adımları takip etmek için kullanılan bir regülasyon aracını ifade etmektedir.

YZT'nin detaylı görünümüne rağmen, pratik uygulamada bazı ifadelerin net olmadığı ve yeknesaklığın standartlar aracılığıyla sağlanmasının beklendiği belirtilmelidir. Ayrıca, yalnızca AB standardizasyon kuruluşları tarafından çıkarılan standartlar yeknesak standart statüsüne sahip olabilmektedir. ISO 42001 veya ISO 42005 gibi diğer kapsamlı veya yaygın standartlara uyum, yeknesak standartlara uyumun sağladığı avantajlardan yararlanmak için yeterli kabul edilmemektedir. Yeknesak standartların çıkarılması için AB Komisyonu, 30.04.2025 tarihine kadar bu standartların hazır olması talebini CEN ve CENELEC adlı iki AB standardizasyon kuruluşuna iletmiştir. Bu standartlar, tüm gereklilik veya yükümlülükler için tek bir paket halinde değil, parça parça ve özellikle YZT'nin m. 9-15 arasında düzenlenen teknik gerekliliklerle bağlantılı olarak ayrı ayrı çıkarılacaktır. Raporun yazım tarihi itibariyle bu standartlar üzerindeki çalışmalar devam etmektedir. Standartlar hem YZT'nin uygulanmasında hem de YZ ve inovasyona etkisi noktasında en önemli araçlardır. Çünkü çıkarılacak teknik standartlara uygunluk ilgili standardın karşılık geldiği teknik gerekliliklere de uygunluk varsayımını tetikleyecektir. Bu itibarla da teknik gerekliliklere uygunluk sağlamanın YZ gelişimi ya da inovasyonu üzerindeki olası olumsuz etkileri ancak teknik standartlar nihai halini alınca mümkün olacaktır.

YZT sadece sağlayıcılar için değil diğer operatörler için de yükümlülükler öngörmektedir. YZT kapsamında her bir operatörün yükümlülüğü YZ yaşam döngüsündeki rolüyle bağlantılı olarak getirilmiştir. Sağlayıcılardan sonra en fazla yükümlülük yüklenen aktör yerleştiricilerdir. Yüksek riskli YZ sistemlerinin yerleştiricilerinin yükümlülükleri arasında, sistemleri kullanım talimatlarına uygun olarak kullanmak, gerekli yetkinliğe sahip kişilere insan denetimi atamak ve sistemlerin çalışmasını izlemek yer almaktadır. Ayrıca, sisteme girdikleri verinin amaçlanan kullanıma uygun ve temsili olmasını sağlamak, sistem tarafından otomatik olarak oluşturulan kayıtları tutmak ve sistemlerin kullanımıyla ilgili olası riskleri veya ciddi olayları yetkili makamlara bildirmek, çalışanları etkileyecek yüksek riskli YZ sistemleri kullanıldığında, işveren olan yerleştiricilerin çalışan temsilcilerini ve çalışanları bilgilendirmesi, kamu kurumlarının ise ilgili kayıt yükümlülüklerine uymak da bu yükümlülükler arasındadır (m. 26).

Yerleştirici yükümlülükleri arasında bir tanesi önemi sebebiyle ayrıca düzenlenmiştir (m. 27). Niteliği itibariyle YZ sistemleri temel haklar, sağlık ve güvenlik üzerinde çok farklı etkiler doğurabilecektir. Bu doğrultuda kamu hukukuna tabi kuruluşlar, kamu hizmeti sunan özel şirketler ve belirli yüksek riskli YZ sistemlerinin yerleştiricileri, bu sistemleri kullanmadan önce temel haklar etki değerlendirmesi (fundamental rights impact assessment- FRIA) yapmakla yükümlüdür. Bu değerlendirme, sistemin kullanım sürecinin, süresinin ve sıklığının açıklanmasını, sistemden etkilenecek kişi ve grupların belirlenmesini, olası zarar risklerinin tespiti ve bu risklere karşı alınacak önlemlerin açıklanmasını, insan denetimi tedbirlerinin uygulanmasını içermektedir. Bu değerlendirme, bir sistemin ilk defa yerleştirilmesi öncesinde zorunludur. Yerleştiriciler benzer senaryolarda kullanımlar için daha önce yapılmış değerlendirmelere veya sağlayıcının yaptığı etki değerlendirmelerine dayanabilecektir. Yapılan değerlendirmenin sonuçları, ilgili piyasa gözetim otoritesine bildirilmelidir. FRIA, KVKK'da bir zorunluluk olarak yer almayan ancak önerilen,[1334] GDPR uyarınca ise zorunlu olan veri koruma etki değerlendirmesi (data protection impact assessment- DPIA) ile karıştırılmamalıdır. DPIA yapmış olmak YZT kapsamında FRIA yapmaktan muafiyet sağlamamaktadır. Ancak ikisi arasındaki ilişki gözetilerek FRIA kapsamında yapılması gereken bir eylem eğer bir DPIA ile sağlandıysa FRIA'nın bu açılardan DPIA'yı tamamlayıcı nitelikte olması gerektiği düzenlenmiştir. FRIA her ne kadar detaylı bir

[1334] Çağlayan Aksoy, Pınar, "Finans Sektöründe Yapay Zekâ Kullanımı: Kişisel Verilerin Korunması Odağında Bir Değerlendirme", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 421; Ersoy, Çiçek, "Veri Koruma Hukukunun Temel Prensipleri ve Yapay Zekâ Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 211.

yükümlülük gibi gözükse de uygulamasının nasıl yapılacağı YZT'de açıkça düzenlenmemiştir. FRIA'nın uygulama süreci AB YZ Ofisi tarafından oluşturulan bir şablon tarafından kolaylaştırılacak ancak nihai olarak uygulamada şekillenecektir.

Diğer operatörlerin yükümlülükleri ise yine YZ yaşam döngüsü ve tedarik zincirindeki yeri ile bağlantılı olarak genelde bir kontrol yükümlülüğü olarak düzenlenmiştir. AB dışında yerleşik sağlayıcıların atamak zorunda olduğu yetkili temsilcilerinin temel görevi, sağlayıcı adına hareket etmek, uygunluk beyanlarının ve teknik belgelerin hazırlanmasını sağlamak, belgeleri yetkili makamlar için 10 yıl boyunca saklamak ve uyumluluğun sağlanması konusunda onlarla iş birliği yapmaktır (m. 22). İthalatçılar ise sistemleri piyasaya sürmeden önce CE işaretinin ve gerekli belgelerin varlığını kontrol etmek, sağlayıcının yetkili bir temsilci atadığından emin olmak, sistemin depolama ve taşıma koşullarının güvenliğini sağlamak ve gerekli tüm bilgi ve belgeleri yetkili makamlara sunmakla sorumludur (m. 23). Son olarak, dağıtıcılar da sistemleri piyasaya sunmadan önce CE işaretinin ve gerekli belgelerin doğruluğunu kontrol etmeli, sistemin gerekliliklere uygun olmadığını fark ederlerse piyasaya sürmemeli ve yetkili makamlarla iş birliği yaparak olası riskleri azaltmak için harekete geçmelidir (m. 24).

YZT tarafından yüksek riskli YZ sistemleri için öngörülen yükümlülüklere uygun davranmamanın yaptırımı idari para cezasıdır. Bu cezalar, ihlalin niteliğine göre katmanlı bir yapıda olup bu cezalar AB Üye Devletleri tarafından iç hukuklarına göre belirlenecektir. YZT ile sadece sınırlar belirlenmiştir:

- YZT m. 5'te yer alan yasaklı sistemlere ilişkin düzenlemelerin ihlali için idari para cezası 35.000.000 avro'ya kadar veya ilgili teşebbüs için bir önceki yıllık global satış geliri toplamının %7'sine kadar (hangisi daha yüksekse) olabilir.
- YZT m. 16, 22, 23, 24, 26, 31, 33 (fıkra 1, 3, 4), 34 ve 50'de yer alan operatörlerin ve onaylanmış kuruluşların yükümlülüklerinin ihlali için idari para cezası 15.000.000 avro'ya kadar veya ilgili teşebbüs için bir önceki yıllık global satış geliri toplamının %3'üne kadar (hangisi daha yüksekse) olabilir.
- Onaylanmış kuruluşlara veya ulusal yetkili otoritelere talep üzerine yanlış, yanıltıcı veya eksik bilgi verilmesi için idari para cezası 7.500.000 avro'ya kadar veya ilgili teşebbüs için bir önceki yıllık global satış geliri toplamının %1'ine kadar (hangisi daha yüksekse) olabilir.
- Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler için uygulanacak cezalarda, yukarıda belirtilen tutar veya yüzdelerden yüksek olan değil, düşük olanlar dikkate alınmaktadır.

YZT'nin idari para cezası yaptırımı öngörmüş olması herhangi bir uyumsuzluk

durumunda ortaya çıkacak zararın ayrıca zarar gören kişiye karşı tazmin edilmeyeceği şeklinde anlaşılmamalıdır. YZ sistem ya da modelleri kaynaklı sorumluluk AB seviyesinde yeknesaklaştırılmış bir düzenleme alanı değildir. Her bir AB Üye Devlet iç hukukuna göre ulusal sorumluluk rejimine göre ek sorumluluk ve tazminat yükümlülüğü gündeme gelebilecektir.

4.2.1.1.3.2 Genel Amaçlı Yapay Zekâ Modelleri için Getirilen Sınıflandırma ve Hukuki Sonuçları

YZT'de genel amaçlı YZ modelleri için de risk odaklı bir yaklaşım benimsenmiştir. YZT YZ sistemi bakımından geniş kapsamlı bir tanım benimserken, daha önce belirtildiği üzere, tüm YZ modellerine değil, sadece genel amaçlı YZ modellerine ilişkin düzenleme getirmektedir.

YZT, genel amaçlı YZ modelleri için daha dar kapsamlı bir risk tabanlı yaklaşım benimsemektedir. Tüm genel amaçlı model sağlayıcıları için belirli yükümlülükler öngörülmüş; yüksek etki kapasitesine sahip daha dar grup bir model için ise etki ve kapasiteleri nedeniyle daha sıkı kurallara ve ek önlemlere tabi tutulmuştur. Bunlar sistemik risk taşıyan genel amaçlı YZ modelleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Bir genel amaçlı YZ modelinin sistemik risk taşıyan olarak sınıflandırılması için şunlar gerekmektedir:

- Uygun teknik araçlar, metodolojiler, göstergeler ve metriklerle yüksek etki yaratma yeteneğine sahip olması.
- AB Komisyonu'nun YZT Ek-XIII'teki kriterleri de dikkate alarak yüksek etki yaratabilecek eşdeğerde bir etkiye veya yeteneğe sahip olduğuna karar vermesi.

Ayrıca, geliştirme sürecinde toplam işlemci gücü 10^{25} FLOP'tan fazla olan genel amaçlı YZ modellerinin yüksek etki yaratabilecek yeteneğe sahip olduğu varsayılmaktadır. Ancak AB Komisyonu'na bu kriterleri değiştirme yetkisi verilmiştir. YZT'nin yürürlüğe girdiği tarih itibariyle bu eşik, GPT-4 ve Gemini gibi az sayıda çok gelişmiş modeli kapsamakta iken sektördeki gelişmeler ile Raporun yazım tarihi itibariyle bu sayı artmıştır.

Yüksek riskli YZ sistemlerindeki sınıflandırma mekanizmasına benzer şekilde, bir sistemik risk taşıyan genel amaçlı YZ model sağlayıcısına modelin karakteristik özellikleri nedeniyle sistemik bir risk oluşturmadığı iddiasını öne sürme imkânı tanınmıştır. Yüksek riskli YZ sistemleri için tutulan sicile benzer bir işlev görecek şekilde, AB Komisyonu'nun sistemik risk taşıyan genel amaçlı YZ modellerinin bir listesini tutacağı da düzenleme altına alınmıştır.

YZT tüm genel amaçlı YZ modelleri için doğrudan uygulanacak birtakım yükümlülükler getirilmiştir. Bu yükümlülüklerden genel amaçlı YZ model sağlayıcıları sorumludur. Şayet sağlayıcı AB dışında ise, yazılı bir yetkilendirmeyle atanacak olan AB içindeki yetkili temsilci de sorumluluk taşımaktadır. Bütün genel amaçlı YZ model sağlayıcılarının yerine getirmesi gereken dört temel yükümlülük bulunmaktadır:

- Teknik Dokümantasyon: Yüksek riskli YZ sistemlerine benzer şekilde, genel amaçlı YZ modelleri için de teknik dokümantasyon hazırlanması gerekmektedir. Bu dokümantasyonun eğitim ve test süreçleri ile değerlendirme sonuçlarını içermesi, güncel tutulması, Ek-XI'de belirtilen bilgileri barındırması ve gerektiğinde AB YZ Ofisi ile ulusal yetkili makamlara sunulmak üzere saklanması gerekmektedir.
- Bilgilendirme Dokümantasyonu: Genel amaçlı YZ modelini kullanarak sistem geliştirmek veya modeli kendi sistemlerine entegre etmek isteyen kişilere yönelik bir bilgilendirme dokümantasyonu oluşturulmalıdır. Bu dokümantasyon, Ek-XII'deki bilgileri içermeli, modelin yetkinlikleri ve sınırlamaları hakkında bilgi vermeli ve entegrasyon yapacak sağlayıcıların yüksek riskli YZ sistemlerine ilişkin yükümlülüklerine uyum sağlamalarına yardımcı olmalıdır.
- Telif Hakkı ve Veri Madenciliği Politikası: AB telif hakkı ve bağlantılı haklara ilişkin düzenlemelere uyum, özellikle de veri madenciliği haklarının takibine yönelik bir politikanın oluşturulması zorunludur.
- Kullanılan Veri Setlerinin Özeti: Genel amaçlı YZ modelinin geliştirilmesi için kullanılan içeriklerin, AB YZ Ofisi tarafından yayımlanacak şablona uygun, yeterince detaylı bir özetinin hazırlanması ve kamuya açık şekilde paylaşılması gerekmektedir. Bu şablon 24.07.2025'te yayımlanmıştır.[1335]
- Genel amaçlı YZ modelleri için getirilen yükümlülüklerde YZ sistemlerinden farklı olarak, genel amaçlı YZ modelleri ile sistemik risk taşıyan genel amaçlı YZ modellerine ilişkin yükümlülükler arasında kademeli bir artış söz konusudur. Sistemik risk taşıyan genel amaçlı YZ modellerinin sağlayıcılarına, getirilen yükümlülüklere ek olarak dört ek yükümlülük daha getirilmiştir:
- Model Analizi: Modelin taşıdığı sistemik riskleri tespit ve yönetmek amacıyla, tekniğin bilinen durumunu yansıtan güncel prosedür ve araçlar kullanarak modelin

[1335] European Commission, "Commission presents template for General-Purpose AI model providers to summarise the data used to train their model", 24.07.2025, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-presents-template-general-purpose-ai-model-providers-summarise-data-used-train-their (Erişim Tarihi: 25.07.2025).

test edilmesini de kapsayan bir model analizi yapılmalıdır.

- Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi: Modelin piyasaya sürülmesi ve kullanımının neden olacağı sistemik risklerin AB genelinde değerlendirilmesi ve bu risklerin yönetilmesi gerekmektedir.
- Önemli Olay Bildirimi: Önemli bir olay meydana geldiğinde, bunların ve bunlara yönelik alınacak düzeltici önlemlerin kaydı tutulmalı, dokümantasyonunu yapılmalı ve gecikmeksizin AB YZ Ofisi ile ilgili ulusal yetkili kuruluşlara bu olaylar bildirilmelidir.
- Siber Güvenlik: Model ve modelin fiziksel altyapısı için yeterli siber güvenlik koruması sağlanmalıdır.

Genel amaçlı YZ modelleriyle ilgili yükümlülükler için, yüksek riskli YZ sistemlerinde olduğu gibi bir uyum değerlendirmesi süreci öngörülmemiştir. Bu yükümlülüklere uyumun, YZT uyarınca çıkarılacak Genel Amaçlı YZ Modelleri için Uygulama Kodlarına (Code of Practice- CoP) veya bu konuda bir AB yeknesak teknik standardına uyum sağlamak suretiyle gösterilebileceği düzenlenmiştir. Bir teknik standarda uyum sağlamak, yüksek riskli YZ sistemlerine dair teknik gerekliliklerde olduğu gibi o standardın ilgili olduğu yükümlülüğün yerine getirildiği yönünde bir varsayım yaratmaktadır ancak standartlara uygunluk bir zorunluluk ya da uyumluluğu göstermenin tek yolu değildir. CoP'lara ya da mevcut yeknesak standartlara uymayan sağlayıcılar da AB Komisyonu tarafından yapılacak değerlendirme için alternatif uyum tedbirleri sunabilecektir. YZ Ofisi ve AB Komisyonu tarafından koordine edilerek çok paydaşlı bir süreç sonucunda oluşturulan CoP 10.07.2025'te AB Komisyonu internet sitesinde yayımlanmıştır.[1336]

Genel amaçlı YZ modellerine ilişkin yükümlülüklere uyulmamasının yaptırımında da yüksek riskli YZ sistemlerinden farklılıklar bulunmaktadır. Bu yükümlülükleri ihlalin yaptırımı da idari para cezası olarak düzenlenmiştir. AB Komisyonu, genel amaçlı YZ model sağlayıcılarının ilgili yükümlülüklere uymadığını tespit ettiğinde, 15.000.000 avro veya bir önceki yıl global toplam satış gelirinin %3'ünü aşmamak koşuluyla idari para cezası uygulayabilecektir.

4.2.1.1.4 Yönetişim ve Uygulama

YZT'de yer alan düzenlemelerin uygulanabilmesi için aynı zamanda çok paydaşlı kurumsal bir yönetişim mekanizması öngörülmüştür. Genel olarak YZT'nin uygulanması AB

[1336] European Commission, "The General-Purpose AI Code of Practice", 10.07.2025, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/contents-code-gpai (Erişim Tarihi: 25.07.2025).

Komisyonu'na ve AB Komisyonu bünyesinde kurulan AB YZ Ofisi'ne bırakılmıştır (m. 64). Bununla birlikte YZT uyarınca AB Üye Devlet temsilcilerinden oluşan bir YZ Kurulu (Artificial Intelligence Board) kurulmuştur (m. 65-66). AB Komisyonu YZ Kurulunun çalışmalarına destek olmak için ayrıca sektörden, girişimlerden, sivil toplum ve akademideki paydaşlardan oluşan bir Danışma Forumu da kurulmuştur (m. 67). Yine AB YZ Ofisi'nin çalışmalarına ve YZT'nin uygulanması ile icrasına destek olması amacıyla AB Komisyonu tarafından bir Bilimsel Panel (Scientific Panel of Independent Experts) kurulacağı düzenlenmiştir (m. 68).

YZT gibi kapsamlı ve AB içinde çok sayıda Üye Devlet tarafından doğrudan uygulanması beklenen bir düzenleme için bu çok paydaşlı ve katmanlı yönetişim mekanizması faydalı olabilecektir. Diğer yandan Türkiye tarafından yapılacak bir düzenlemede bu tür bir yönetişim mekanizmasının olduğu gibi alınması yerine öngörülen temel görev ve işlevlerin mevcut kamu işleyişine ve yapısına uygun ve AB ile temasın da sürdürülebildiği bir yönetişim mekanizması içinde yürütülmesi daha doğru olacaktır.

YZT'nin uygulaması ile ilgili olarak ayrıca belirtilmelidir ki gerekli olan kurumsal ve teknik altyapı çalışmaları AB kurumları kadar Üye Devlet otoritelerinin ve AB standardizason kuruluşlarının iş birliğini gerektirmektedir. YZT'nin hem bir ürün güvenliği düzenlemesi olup hem de temel hak ve özgürlüklere ilişkin önemli düzenlemeler getirmesi bu yoğun çalışma gerektiren hazırlık ve altyapı sürecini daha da zorlaştırmaktadır. İşbu raporun yazım tarihi itibariyle AB seviyesinde başta veri koruma düzenlemeleri ve YZT olmak üzere dijital alan düzenlemelerinin uygulamalarının basitleştirilmesine ve YZT özelinde uygulama takvimlerinin ertelenmesine, bazı prosedürel adımların kolaylaştırılmasına dair tartışmalar sürmekte ve AB Komisyonu tarafından yapılan çalışmalar devam etmektedir.

4.2.1.2 Avrupa Birliği Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası Girişimi

AB'de YZ alanındaki düzenlemelere ilişkin bir diğer gelişme ise Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası (Cloud & AI Development Act) Girişimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu girişim, AB'nin dijital egemenliğini güçlendirmek ve hızla artan YZ ile bulut bilişim ihtiyaçları bakımından daha bütüncül bir yaklaşımla ilerleyebilmesini temin edebilmesi amacıyla gündeme gelmiştir. Bu kapsamda; yürütülen bu yasama çalışması hakkında kamuoyu bilgilendirilerek, kamuoyunun Avrupa Komisyonu'nun mevcut sorunlara ilişkin anlayışı ve değerlendireceği çözümlere ilişkin geri bildirimlerini 3 Temmuz 2025 tarihine kadar iletmeleri üzerine kamuoyunun görüşüne sunulmuştur.

YZ modellerinin geliştirilmesi, eğitimi ve işletilmesi giderek daha fazla hesaplama

gücü gerektirdiğinden, AB'deki mevcut altyapı bu talepleri karşılamakta zorlanmaktadır. Bu durumun hem teknoloji şirketleri hem kamu kurumları hem de araştırma ekosistemi için önemli bir darboğaz yaratması; Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası Girişimi yönündeki çalışmaların başlangıç noktasını oluşturmuştur. Ek olarak, veri merkezi yatırımlarının yüksek sermaye gereksinimlerinin olması, arazi ve enerji erişimindeki zorluklar ile AB üye devletleri arasında farklılık gösteren prosedürler nedeniyle bu alandaki gelişmelerin yavaş ilerlemesi sonucunda hedeflenen kapasite artırımına ulaşmada gecikmelerin meydana geldiği görülmüştür. Devamla, enerji ve su tüketimi açısından veri merkezlerinin teşkil ettiği sürdürülebilirlik riskleri ise, çevresel yükün azaltılması için daha sıkı düzenleyici çerçevelere ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

Tüm bunlara ek olarak; AB'nin halihazırda ağırlıkla yabancı bulut sağlayıcılarına bağımlı olması, kritik kamu uygulamaları ve stratejik teknolojiler açısından güvenlik, gizlilik ve egemenlik endişelerini artırmıştır. AB dijital pazarının birkaç büyük aktör etrafında yoğunlaşması ve müşterilerin belirli sağlayıcılara bağımlı hâle gelmesi de rekabet ortamını zayıflatan bir başka sistemsel sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu noktada; AB'de uzun vadeli teknoloji stratejisine uygun, sürdürülebilir ve rekabetçi bir altyapı modelinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu gözlemlenmiştir.

Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası Girişimi, bu alandaki çok boyutlu sorunları ele alma amacıyla gündeme gelmiştir. Önümüzdeki yıllarda AB'nin işlem gücü ve veri merkezi kapasitesinin önemli ölçüde artırılması, yenilikçi ve kaynak verimliliği yüksek veri merkezi projeleri için izin süreçlerinin basitleştirilmesi, sürdürülebilirlik kriterlerinin güçlendirilerek enerji verimliliği yüksek teknolojilerin kullanımının teşvik edilmesi amaçlamaktadır. Bununla birlikte, kritik uygulamalara yönelik yüksek güvenlikli ve AB sınırları içinde barındırılan bulut altyapılarının geliştirilmesinin desteklenmesi gibi belirlenen öncelikler doğrultusunda dijital egemenliğe ilişkin stratejik hedefler somutlaştırılmaktadır. Böylelikle hem rekabetin güçlendirilmesi hem de KOBİ'lerin ve yerli sağlayıcıların pazarda daha güçlü konumlanması hedeflenmektedir.

Bu noktada; söz konusu girişim, AB'nin bulut ve YZ alanında rekabetçi, sürdürülebilir, güvenli ve uzun vadeli kalkınmasını destekleyen bir vizyona geçişini göstermekte olup Türkiye'de YZ alanında yapılacak düzenlemelerde Bulut ve Yapay Zekâ Geliştirme Yasası Girişiminin de dikkate alınması Türkiye'nin küresel alandaki stratejik konumunun güçlendirilmesi bakımından kritik önemi haizdir.

4.2.1.3 Avrupa Birliği Hukukunda Veriye İlişkin Hukuki Çerçeve

Kişisel verilere ilişkin düzenlemelerin ötesinde, AB'de kabul edilen DGA ve DA gibi veri yönetimini bütüncül biçimde ele alan yatay düzenlemeler, verilerin paylaşımı ve kullanımı konusunda uygulamada belirlilik sağlayarak, YZ teknolojilerinin geliştirilmesinde kilit bir unsur olan veriye erişilebilirliği artırmaktadır. Bu doğrultuda, AB yaklaşımı incelendiğinde, Avrupa Veri Stratejisi[1337] kapsamında hayata geçirilen Veri Yönetişimi Tüzüğü ve Veri Tüzüğü gibi düzenlemeler aracılığıyla, veriye dayalı ekonomik büyüme, kamu yararının gözetilmesi ve dijital egemenlik hedeflerine yönelik kapsamlı bir çerçeve sunulduğu görülmektedir.

4.2.1.3.1 Açık Veri Yönergesi[1338]

Açık Veri Yönergesi (PSID), AB'nin kamu sektörüne ait verilerin ekonomik potansiyelini daha etkin kullanmak amacıyla geliştirdiği ve 16.07.2019 tarihinde yürürlüğe giren bir düzenleme olup eski adıyla Kamu Sektörü Bilgileri Yönergesi'nin (Public Sector Information) yerini almıştır.[1339] PSID ile birlikte; kamu kurum ve kuruluşları tarafından finanse edilen araştırmalardan elde edilen verilerin yanı sıra kamu kurumlarının elindeki coğrafi, meteorolojik, ulaşım, enerji gibi yüksek değerli veri kümelerinin ticari ve ticari olmayan amaçlarla serbestçe kullanılmasının önü açılmıştır. Bu doğrultuda, AB genelinde veri temelli ekonominin büyümesi ve kamu verilerinden daha fazla ekonomik ve toplumsal fayda elde edilmesi hedeflenmiştir.

PSID, YZ alanındaki çalışmalar bakımından da AB'de atılan temel adımlardan biri olarak değerlendirilmektedir. YZ sistemlerinin gelişebilmesi için gerekli olan büyük, kaliteli ve çeşitli veri kümelerine erişim, bu düzenleme ile mümkün hale gelmiş ve kamu kurum ve kuruluşlarının elindeki verilerin şeffaf ve birlikte çalışabilir şekilde sunulmasının önü açılmıştır. Böylece araştırmacılar, girişimciler ve geliştiriciler için çok daha geniş bir veri havuzunun oluşturulması; bu veri havuzunun YZ tabanlı çözümlerin hızla geliştirilmesine imkân tanıması bakımından önemli bir adım olarak görülmektedir.

Temel olarak şeffaflık ve adil rekabet ilkeleri etrafında şekillenen PSID, kamu

[1337] European Commission, "European Data Strategy", https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en (Erişim Tarihi: 08.03.2025).

[1338] Directive (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on open data and the re-use of public sector information (recast), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L1024 (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

[1339] European Commission, "European legislation on open data", https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/legislation-open-data#:~:text=The%20Open%20Data%20Directive%20requires,be%20provided%20free%20of%20charge (Erişim Tarihi: 08.03.2025).

sektörünün elindeki verilerin yeniden kullanılabilirliğini artırmayı ve bu verilerin yalnızca erişime açık olmasının ötesinde ekonomik potansiyelinin de değerlendirilmesini hedeflemiştir. PSID ile birlikte, kamu kurum ve kuruluşlarının elindeki verilerin yeniden kullanımı teşvik edilerek, veri temelli yenilikçi iş modellerinin ve dijital hizmetlerin geliştirilmesine zemin hazırlanmıştır. Dolayısıyla ilgili düzenleme AB dijital iç pazarının güçlendirilmesi için önemli bir adım teşkil etmektedir. Bununla birlikte, açık verinin sadece kamuya sunulması değil, aynı zamanda ticari ve toplumsal fayda sağlamak amacıyla etkin bir şekilde yeniden kullanılması, dijital ekonomi içinde daha sürdürülebilir ve kapsayıcı bir büyüme sağlama potansiyelini de beraberinde getirmiştir.

4.2.1.3.2 Avrupa Veri Stratejisi

Avrupa Veri Stratejisi; AB'nin dijital dönüşüm sürecinde küresel alandaki rekabetçi konumunu koruyabilmesi adına geliştirilmiş kapsamlı bir politika belgesi olarak değerlendirilmektedir. Stratejinin temel amacı, AB'yi veri odaklı bir topluma dönüştürmek olup veri ekonomisinin güvenilir, adil, erişilebilir ve yeniliği teşvik eden bir temelde şekillendirilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, AB'de kamu ve özel sektör tarafından üretilen verilerin daha verimli kullanılmasının sağlanması yönünde hedefler belirlenmektedir.

İlgili Strateji kapsamında Avrupa Komisyonu'nun 2014 yılından bu yana attığı çeşitli adımlara değinilmektedir. Özellikle Genel Veri Koruma Tüzüğü (General Data Protection Regulation- GDPR) ile dijital güven için sağlam bir çerçeve oluşturulduğu ve buna ek olarak, Kişisel Olmayan Verilerin Serbest Dolaşımı Tüzüğü (Regulation on a Framework for the Free Flow of Non-Personal Data in the European Union), Siber Dayanıklılık Yasası (Cyber Resilience Act) ve PSID gibi düzenlemelerin, veri ekonomisinin gelişimini desteklediğine dikkat çekilmektedir.

Söz konusu Strateji, AB içinde veri dolaşımını kolaylaştıran, verilerin farklı sektörler ve aktörler arasında serbestçe ve güvenle paylaşılabilmesini sağlayan bir 'veri alanı' oluşturulmasını da öngörmektedir. Bu doğrultuda; verilerin yalnızca büyük teknoloji şirketlerinin tekelinde kalmasının önüne geçilerek; KOBİ'ler, araştırmacılar, girişimciler ve kamu kurumlarının da ihtiyaç duydukları verilere erişebilmeleri ve bu veri kaynaklarından faydalanabilmeleri amaçlanmaktadır.

Bu çerçevede Stratejide, PSID ve sektör bazlı düzenlemelerle kamu sektörü tarafından üretilen verilerin daha fazla kullanıma açılması hedefine de yer verilmektedir. Devamla, yüksek değerli veri kümelerinin AB genelinde eşit koşullarda sunulamamasına dikkat çekilmekte ve bu durumun özellikle KOBİ'lerin veriye erişiminde dezavantaj oluşturduğu

belirtilmektedir. Aynı şekilde, kamu veri tabanlarında yer alan hassas verilere (örn. sağlık verileri), uygun mekanizmalar olmadığından araştırma amacıyla erişilemediği ifade edilmektedir. Bu noktada, GDPR ile uyumlu olmak kaydıyla, hangi verilerin kimler tarafından, ne şekilde araştırma için kullanılabileceğine ilişkin süreçleri kolaylaştıracak mekanizmaların kurulması da hedeflenmektedir.

Strateji; yenilikçiliği ve veri paylaşımını teşvik ederken bu paylaşımın güvenli, etik ve bireylerin temel haklarını koruyacak şekilde yapılması yönündeki önceliklerin önemine de dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda, anonimleştirme, veri yönetişimi, erişim kontrolü ve birlikte çalışabilirlik standartları gibi teknik ve hukuki mekanizmalar önerilmekte ve güvenli veri paylaşımı tesis edilerek AB nezdindeki veri kullanımına duyulan güvenin artırılması amaçlanmaktadır.

Tüm bunlara ek olarak, Avrupa Veri Stratejisi kapsamında ortak Avrupa veri alanlarının kurulması hedeflenmektedir. Söz konusu veri alanları, belirli sektörlerdeki paydaşlar arasında veri paylaşımını kolaylaştıracak altyapılar ve yönetişim kurallarıyla desteklenen dijital ekosistemler olarak tanımlanmaktadır. Strateji, aynı zamanda veriye dayalı ürün ve hizmetlerin geliştirilmesini teşvik ederek AB'deki dijital girişimcilik ve inovasyon ekosisteminin güçlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu doğrultuda; veriye erişimin artırılması, KOBİ'lerin desteklenmesi ve araştırma altyapılarının iyileştirilmesi gibi hedeflerle, dijital tek pazarın daha rekabetçi ve sürdürülebilir bir yapıya dönüştürülmesi amaçlanmaktadır.

4.2.1.3.3 AB Veri Tüzüğü

Veri Tüzüğü, Avrupa Veri Stratejisi'nin temel yapı taşlarından biri olarak, AB içindeki veri ekonomisinin güçlendirilmesini amaçlayan bir düzenleme olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu tüzük, kişisel ve kişisel olmayan verilere erişim, kullanım ve paylaşım mekanizmalarını düzenlerken, aynı zamanda veriye dayalı ekonomik büyüme, yenilikçilik ve dijital dönüşümü teşvik etmek için ek mekanizmalar öngörmektedir.

Verilere erişilebilirliği, verilerin taşınabilirliği ve paylaşılabilirliğini artırmak için genel bir çerçeve sunan Veri Tüzüğü ile birlikte; verilerin kullanımına sunulduğu aktörlere bağlı olarak veri paylaşımında izlenecek usul, esaslar ve tabi olunan koşullar belirlenmiştir. Bu kapsamda; özel sektör aktörleri arasındaki veri paylaşımı, kamu ve özel sektör aktörleri arasındaki paylaşımlardan ayrı ele alınmış olup özel sektör aktörleri arasındaki ilişkiler de tarafların küçük, orta yahut büyük ölçekli olmasına bağlı olarak farklı koruyucu hükümler ile düzenlenmiştir. Örnek olarak; AB Veri Tüzüğü, kamusal acil durumlarda yahut başka istisnai hallerde, özel sektördeki verilere erişimi düzenleyen özel hükümler içermektedir. Bu

durumlar, afet yönetimi gibi toplumsal yarar gözeten durumları kapsamakta olup kamu kurumlarının gerekli hallerde özel sektör verilerine erişmesi mümkün olmaktadır.

Öte yandan; Veri Tüzüğünde verilerin dijital ekonomide daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için gerekli ortamı hazırlamak adına verilerin taşınabilirliği ve veri işleme hizmeti sağlayıcıları arasındaki geçişlerde yaşanan zorluklara dikkat edilerek, şirketler arasındaki pazar gücü dengesizliklerinin etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik özel hükümler de getirilmiştir.

Veri Tüzüğü'nün, bu yönleriyle AB'deki YZ alanındaki gelişmeler üzerinde dolaylı etkiyi haiz olması beklenmektedir. Zira söz konusu Tüzük; veri paylaşımını ve erişimini kolaylaştırarak, dijital dönüşümün önünü açan bir çerçeve sunmakta, YZ teknolojilerinin yaşam döngüsü boyunca uygulanması gereken veri yönetişimi süreçlerinin sağlanması bakımından önemli mekanizmalar öngörmekte ve YZ sistemlerinin eğitiminde kullanılmak üzere kaliteli veriye erişimin önünü açmaktadır.

4.2.1.3.3.1 Veri Paylaşımı ve Kamu-Özel Sektör Ayrımı

Veri Tüzüğü kapsamında kamu kurumları, dijital ortamda topladıkları verileri özel sektörle paylaşarak toplumsal yarar sağlamak amacıyla kullanabilirken; kişisel verilerle kişisel veri olarak nitelendirilmeyen veriler arasındaki ayrım dikkate alınarak kişisel veri olmayan verilerin paylaşımı için ayrı ve esnek bir yapı öngörülmüştür. Bununla birlikte, kişisel verilerin korunması bakımından, Veri Tüzüğü'nün GDPR'a halel getirmediği özellikle vurgulanmıştır. Dolayısıyla kişisel verilerin korunmasına ilişkin mevzuatın uygulanabilir olduğu noktada Veri Tüzüğü hukuki olarak herhangi bir yeni veri işleme dayanağı yahut istisnai bir sebep sunmamakta; GDPR'ı tamamlayıcı bir düzenleme olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, kişisel veri niteliğini haiz olmayan verilerin paylaşımı ve kullanımına ilişkin belirlenen usul ve esaslar ile uygulamada sağlanan belirlilik; yenilikçi iş modelleri ve veriye dayalı hizmetlerin geliştirilmesi için AB aktörleri bakımından önemli fırsatlar yaratmaktadır.

4.2.1.3.3.2 Veri Taşınabilirliği ve KOBİ'ler İçin Fırsatlar

Veri Tüzüğü ile birlikte, verilerin bir veri işleme hizmet sağlayıcısından başka bir veri işleme hizmet sağlayıcısına kolayca taşınabilmesini temin eden hükümlere yer verilmektedir. Söz konusu hükümler doğrultusunda, kullanıcıların veri işleme hizmet sağlayıcılarını değiştirme ve verilerini farklı platformlara aktarma süreçleri kolaylaştırılmakta, verileri üzerinde etkin kontrole sahip olmaları sağlanmaktadır. Ek olarak, küçük işletmeler ile büyük

ölçekli şirketler arasındaki veri paylaşımına ilişkin sözleşme şartlarının daha dengeli ve adil tesis edilmesine olanak tanıyan hükümlere yer verilmiştir. Bu sayede, küçük işletmelerin pazarlık güçlerini artırarak, veri paylaşımı sözleşmelerinde daha güçlü bir konum elde edebilmelerinin önü açılmaktadır.

4.2.1.3.3.3 Kullanıcıların Verileri Üzerindeki Etkin Kontrolü

Veri Tüzüğü, bağlantılı cihazlar (connected devices) ve ilgili hizmetler aracılığıyla oluşturulan veri setleri üzerinde kullanıcılara erişim hakkı tanımakta olup bu husus nesnelerin interneti (IoT) cihazları kullanan bireyler ve işletmeler için önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Zira, kullanıcı bir akıllı buzdolabı ya da başka bir makine aracılığıyla üretilen verilere erişme hakkına sahiptir. Söz konusu erişim hakkı kullanıcının kendisiyle sınırlı kalmamakta olup kullanıcı, erişim sağladığı verileri tercih ettiği bir üçüncü tarafla paylaşılmasını da isteyebilmektedir. Tüm bunlara ek olarak kullanıcı; satın alacağı veya kiralayacağı cihaz ya da hizmet üzerinden hangi verilerin üretildiğini, bu verilerin kimler tarafından erişilebilir olduğunu, verilerin ne sıklıkla toplandığını ve nasıl işlendiğini, satın alma veya kiralama öncesinde öğrenme hakkına sahip kılınmaktadır.

4.2.1.3.4 AB Veri Yönetişimi Tüzüğü

2020 yılında Avrupa Komisyonu tarafından önerilen ve 2022 yılında yürürlüğe giren DGA; bireyler, işletmeler ve kamu kurumları arasında güvene dayalı ve gönüllü veri paylaşımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. DGA, kişisel veriler ile kişisel veri niteliği taşımayan diğer verileri kapsamaktadır. Ancak kişisel verilerin işlenmesi bakımından GDPR hükümleri geçerliliğini sürdürmekte olup DGA kişisel verilerin işlenmesine ilişkin herhangi bir ek hukuki dayanak veya istisna getirmemektedir.

DGA, veri aracılığı hizmetleri (data intermediation services) ve özgeci veri kuruluşları (data altruism organizations) gibi yeni kavramlar ve yapılar ortaya koymaktadır. Bu yapılar, verilerin şeffaf, tarafsız ve güvenli biçimde yeniden kullanımını mümkün kılmakta; özellikle araştırma, sağlık ve çevre gibi kamu yararı gözetilen alanlarda veri özgeciliği yoluyla gönüllü veri paylaşımını desteklemektedir.

Veri aracılığı hizmet sağlayıcıları, bireyler veya şirketler ile veri kullanıcıları arasında güvenli, tarafsız ve şeffaf bir aracı olarak görev yapmakta; veri paylaşımının etik, güvenilir ve rekabeti bozmayacak şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. DGA, bu sağlayıcıların faaliyetleri için sıkı koşullar öngörmektedir. Örnek olarak, veri aracılığı hizmet sağlayıcılarının topladıkları verilere erişmemeleri veya bu verileri kendi çıkarları

doğrultusunda kullanmamaları gerekmektedir. Ayrıca bu hizmet sağlayıcılarının hizmetlerini tarafsız bir şekilde sunmaları, tüm taraflar için eşit erişim ve işlem koşullarını da sağlamaları beklenmektedir. Bu bağlamda, Avrupa Komisyonu nezdinde bir kayıt sistemi öngörülmekte ve denetim mekanizmaları tanımlanmaktadır.

DGA ile getirilen ve veri aracılığı hizmet sağlayıcıları odağında tasarlanan bu modelin amacı, AB'de veri paylaşımını teşvik ederken güvene dayalı bir altyapı inşa etmek ve bireyler ile şirketlerin verilerini kontrol altında tutabilecekleri güvenilir yapılar oluşturmaktır. Böylelikle; özellikle sağlık, ulaşım, enerji gibi kamu yararının gözetildiği sektörlerde, daha fazla veri paylaşımı mümkün kılınarak veri temelli yeniliklerin önünün açılması hedeflenmektedir.

DGA kapsamında öngörülen yükümlülüklerin yerine getirilmesi bakımından DGA uyumunu sağlamak adına her AB Üye Devletinin bir ulusal yetkili otorite ataması gerekmektedir. Ayrıca, DGA kapsamında kurulan Avrupa Veri İnovasyon Kurulu (European Data Innovation Board) da uygulama birliği sağlamak ve rehberlik sunmakla görevlendirilmiştir. Bu Kurulun aynı zamanda veri aracıları ve özgeci veri kuruluşlarının izlenmesi ve denetlenmesinde rol oynaması öngörülmektedir.

4.2.1.3.4.1 DGA'nın Veri Tüzüğü ve Açık Veri Yönergesi ile Karşılaştırılması

DGA; Veri Tüzüğü ve AB Veri Stratejisi ile bütünleşik bir çerçevenin parçası olmakla birlikte, daha çok yönetişim yapıları, güven mekanizmaları ve gönüllü veri paylaşımı teşvikine odaklanmaktadır. Veri Tüzüğü'nün odağı ise veri erişim hakları, veri taşınabilirliği ve veriye dayalı rekabet ortamının yaratılması konularında toplanmaktadır.

DGA ile PSID kıyaslandığında ise, PSID yalnızca kamu sektörü verilerinin yeniden kullanımına odaklanmaktadır. PSID, kamu sektöründeki yüksek değerli veri kümelerinin (örn. coğrafi, meteorolojik, istatistiki veriler) erişilebilirliğini ve tekrar kullanımını artırmayı hedeflemektedir.[1340] Buna karşılık, DGA kamu sektörü verisi ile sınırlı bir kapsam belirlememekte ve açık veri olmayan, diğer bir deyişle, kısıtlı erişime tabi kamu sektörü verilerini kapsama dâhil ederek bunların yeniden kullanım koşullarını düzenlemektedir. Bu yönüyle DGA, PSID'yi tamamlayıcı nitelikte olup PSID'nin sunduğu fayda ve yeniliklerin kapsamını genişletmekle birlikte, PSID'nin yerini alan bir düzenleme olarak değerlendirilmemektedir.

[1340] European Union - EUR-Lex, "Summaries of EU legislation – Open data and the reuse of public-sector information", https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/open-data-and-the-reuse-of-public-sector-information.html (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

4.2.2 ABD'de Yapay Zekâ Regülasyonu

ABD YZ yönetişim ve regülasyon çalışmaları, teknolojinin hızla ilerlemesi ve beraberinde getirdiği potansiyel riskler nedeniyle sürekli olarak değişim halindedir. Aynı zamanda YZ'nin gelişimine ve değişimine öncülük eden şirketlerin ve aktörlerin merkezi olduğundan, ABD'de yaşanan regülasyon gelişmeleri doğrudan veya dolaylı olarak dünyanın diğer bölgelerindeki gelişmeleri de etkilemektedir.

ABD federal yapıya sahip bir devlet olup federal devlet ile federe devletlerin müstakil düzenleme yapma yetkileri bulunmaktadır. Henüz düzenleme yapma yetkisini münhasıran federal devlete veren ya da genel olarak federal ölçekte YZ'ye doğrudan uygulanan geniş kapsamlı bir düzenleme mevcut olmadığından ABD'nin YZ regülasyonu çalışmalarında federe ve federal devlet adımları ayrı ayrı incelenecektir.

4.2.2.1 Federal Düzeydeki Çalışmalar

ABD'de federal ölçekte YZT'ye benzer şekilde YZ yaşam döngüsünü düzenlemeyi amaçlayan bir düzenleme mevcut değildir. Ancak federal düzeyde YZ'ye ilişkin bazı düzenlemeler mevcuttur. Bunlardan önde gelen bir düzenleme ikincil düzenlemelerin ve kararnamelerin YZ tanımı için de atıf yaptığı ABD federal mevzuatının ticarete ilişkin 15 U.S. Code bölümü altında yer alan ve 2020 tarihli Ulusal YZ İnisiyatifi Kanunu[1341] ile getirilen Ulusal YZ İnisiyatifi başlıklı 119 numaralı bölümüdür. Bu bölüm altında 9401 numaralı paragrafta YZ şu şekilde tanımlanmaktadır:

YZ terimi, insan tarafından tanımlanmış belirli hedefler doğrultusunda, gerçek ya da sanal ortamları etkileyebilecek nitelikte öngörülerde bulunan, öneriler sunan veya kararlar verebilen makine tabanlı bir sistemi ifade eder. YZ sistemleri, makine ve insan kaynaklı girdileri kullanarak:

(A) Gerçek ve sanal ortamları algılar;

(B) Bu algıları otomatik analiz yoluyla soyutlayarak modellere dönüştürür ve

(C) Bilgi veya eylem seçeneklerini oluşturmak amacıyla model çıkarımlarından yararlanır."

ABD'de federal ölçekte YZ regülasyonuna dair en etkili gelişmeler ise şu ana kadar YZ'ye ilişkin çıkarılan yürütme kararları (executive order) olmuştur. Hukuki nitelik bakımından yürütme kararları bir idari işlem niteliğinde olup federal hükümetin

[1341] Committee on Science, Space and Technology, "H.R. 6216, the National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020", https://science.house.gov/bills?ID=34889C3E-C675-4EAF-B50F-880C05EB753B (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

yürütülmesine ve işleyişine ilişkin doğrudan başkanlık tarafından verilen talimatlardır ve yürütme için bağlayıcıdır. Yürütme kararları ABD Anayasası'na ve federal düzenlemelere aykırı olamaz.

ABD'de YZ'ye ilişkin modern regülasyon adımları kapsamındaki ilk yürütme kararı Donald J. TRUMP Başkanlığı ilk döneminde çıkarılan YZ Alanında Amerikan Liderliğinin Sürdürülmesine ilişkin 11.02.2019 tarih ve 13859 sayılı Yürütme Kararı'dır[1342]. Bu karar YZ araştırmalarına ve geliştirmesine yapılan federal yatırımların teşvik edilmesine, federal veri ve bilgi işlem ile YZ kaynaklarına erişimin kolaylaştırılmasına, YZ uygulamaları için rehberlerin ve teknik standartların geliştirilmesini sağlamaya, YZ ekonomisi için nitelikli bir iş gücü oluşturmaya odaklanılmasına ve YZ araştırmaları alanında uluslararası iş birliğine dair düzenlemeler içermektedir.

Bunu takip eden karar da yine aynı dönemde çıkarılan ve 13859 sayılı Karar'ı tamamlayıcı nitelikte olan 03.12.2020 tarih ve 13960 sayılı Federal Hükümette Sorumlu Güvenilir YZ'nin Kullanımının Teşvik Edilmesine İlişkin Yürütme Kararı'dır[1343]. 13859 sayılı Karar daha çok YZ araştırmalarına ve genel liderliğe odaklanırken, 13960 sayılı Karar federal kurumların YZ sistemlerini geliştirirken ve kullanırken şeffaflık, hesap verebilirlik, güvenlik ve gizlilik gibi belirli güvenilirlik ilkelerine uymalarına ve YZ kullanımını yönetmek için uygun yapıları oluşturmalarına yönelik düzenleme ve yükümlülükler getirerek daha operasyonel bir çerçeve sunmuştur.

YZ'ye ilişkin en kapsamlı kararlardan biri Joe BIDEN Başkanlığı döneminde çıkarılan, 30.10.2023 tarih ve 14110 sayılı YZ'nin Güvenli, Emniyetli ve Güvenilir Geliştirilmesi ve Kullanılmasına İlişkin Yürütme Kararı' olmuştur[1344]. Bu karar ile YZ'nin geliştirilmesinin önünün açılmasıyla birlikte belirli risklerin de yönetilmesine ilişkin bir ulusal strateji ve temel ilkeler ortaya konulmuştur. Kararın getirdiği önemli düzenlemeler arasında temel modeller ile belirli işlem gücünü aşan ekipmanların üretim ve kullanımına dair raporlama mekanizması öngörmesi, ABD Ticaret Bakanlığına bağlı olan ve ulusal teknoloji standardizasyonu üzerine çalışan Ulusal Standart ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of

[1342] Federal Register, "Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence - EO 13859", 11.02.2019 https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1343] Federal Register, "Promoting the Use of Trustworthy Artificial Intelligence in the Federal Government - EO 13960], 03.12.2020, https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/08/2020-27065/promoting-the-use-of-trustworthy-artificial-intelligence-in-the-federal-government/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1344] Federal Register, "Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence - EO 14110", 30.10.2023, https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

Standards and Technology - NIST) ile birlikte standartların geliştirilmesi ve YZ tarafından üretilen sentetik içerik kaynaklı risklerin yönetilmesiyle ilgili olarak tespit ile kimlik doğrulama teknolojilerinin geliştirilmesi gibi adımlar yer almıştır. Karar ile ayrıca YZ sistemleriyle ilgili olarak temel hakların koruması ve ayrımcılığın önlenmesi, işçi haklarının korunması, YZ kaynaklı yeni risklerin önlenmesi ve federal kurum ve kuruluşların YZ'yi sorumlu bir şekilde kullanmasını sağlamak için her kurumda bir Baş YZ Sorumlusu atanması gibi zorunluluklar da getirilmiştir. Bu önemli içeriği sebebiyle çıkarıldığı dönemde önemli tartışmalara konu olan 14110 sayılı Karar Donald J. TRUMP Başkanlığı ikinci döneminde çıkarılan 20.01.2025 tarih ve 14148 sayılı Zararlı Karar ve Uygulamaların İptaline İlişkin Yürüme Kararı[1345] ile kaldırılmıştır.

Takiben çıkarılan 23.01.2025 tarih 14170 sayılı YZ'de Amerikan Liderliği Önündeki Bariyerlerin Kaldırılmasına İlişkin Yürütme Kararı[1346] ile de küresel YZ üstünlüğünü sürdürmek ve geliştirmek amacıyla 180 gün içinde bir "YZ Eylem Planı" geliştirilmesi öngörülmüştür. Bu plan, ekonomik rekabet gücünü artırmayı, ulusal güvenliği güçlendirmeyi ve "ideolojik önyargı veya mühendislik sosyal gündemlerden arındırılmış" YZ sistemlerine öncelik vermeyi amaçlamaktadır. 06.02.2025'te planın oluşturulması için atılması önerilen politika adımlarına dair tüm kamunun katılımına açık bir çağrı oluşturulmuş[1347], 15.03.2025'te çağrının kapanmasına kadar geçen sürede 10.000'den fazla görüş toplanmış[1348] ve bu görüşler NITRD'nin internet sitesinde yayımlanmıştır[1349]. 23.07.2025'te ise ABD YZ

[1345] Federal Register, "Initial Rescissions of Harmful Executive Orders and Actions - EO 14148", 20.01.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/01/28/2025-01901/initial-rescissions-of-harmful-executive-orders-and-actions/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1346] Federal Register, "Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence - EO 14179", 23.01.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/01/31/2025-02172/removing-barriers-to-american-leadership-in-artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1347] Federal Register, "Request for Information on the Development of an Artificial Intelligence (AI) Action Plan," 06.02.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/02/06/2025-02305/request-for-information-on-the-development-of-an-artificial-intelligence-ai-action-plan/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025). Çağrı ile ilgili Beyaz Saray duyurusu için bkz. The White House, "Public Comment Invited on Artificial Intelligence Action Plan," Briefings & Statements, 25.12.2025, https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/2025/02/public-comment-invited-on-artificial-intelligence-action-plan/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1348] *The White House*, "American Public Submits Over 10,000 Comments on White House's AI Action Plan," *Articles*, 24.04.2025, https://www.whitehouse.gov/articles/2025/04/american-public-submits-over-10000-comments-on-white-houses-ai-action-plan/whitehouse.gov+10 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1349] Networking and Information Technology Research and Development (NITRD), "Comments Received in Response to: Request for Information on the Development of an Artificial Intelligence (AI) Action Plan (90 FR 9088)" 29.05.2025, https://www.nitrd.gov/coordination-areas/ai/90-fr-9088-responses/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

Eylem Planı kamuya açıklanmıştır.[1350]

Bu eylem planıyla ABD, YZ alanında küresel üstünlüğü sağlamak ve sürdürmek amacıyla üç ana sütun üzerine odaklanmaktadır: (i) inovasyonu hızlandırmak, (ii) Amerikan YZ altyapısını inşa etmek ve (iii) uluslararası YZ diplomasisi ve güvenliğinde liderlik etmek.

İnovasyonu hızlandırma kapsamında ABD, bürokratik engelleri ve ağır düzenlemeleri kaldırmayı, serbest konuşma ve Amerikan değerlerini koruyan, açık kaynaklı ve açık ağırlıklı YZ'yi teşvik etmeyi, YZ'nin benimsenmesini kolaylaştırmayı, YZ çağında işçileri güçlendirmeyi, yeni nesil üretimi desteklemeyi, YZ destekli bilime yatırım yapmayı, dünya standartlarında bilimsel veri kümeleri oluşturmayı, YZ bilimini ilerletmeyi, YZ'nin açıklanabilirliği, kontrolü ve sağlamlığı konularında çığır açan gelişmelere yatırım yapmayı ve bir YZ değerlendirme ekosistemi kurmayı hedeflemektedir. Ayrıca, hükümette YZ benimsenmesini hızlandırmayı, Savunma Bakanlığı içinde YZ benimsenmesini teşvik etmeyi, ticari ve hükümet YZ inovasyonlarını korumayı ve yasal sistemde sentetik medyayla mücadele etmeyi amaçlamaktadır.

Amerikan YZ altyapısını inşa etme sürecinde, veri merkezleri, yarı iletken üretim tesisleri ve enerji altyapısı için izin süreçlerini kolaylaştırmayı ve güvenliği garanti altına almayı, YZ inovasyon hızına uygun bir elektrik şebekesi geliştirmeyi, Amerikan yarı iletken üretimini restore etmeyi, askeri ve istihbarat topluluğu kullanımı için yüksek güvenlikli veri merkezleri inşa etmeyi, YZ altyapısı için yetenekli bir iş gücü yetiştirmeyi, kritik altyapı siber güvenliğini güçlendirmeyi, güvenli tasarımlı YZ teknolojileri ve uygulamalarını teşvik etmeyi ve YZ olay müdahalesi için olgun federal kapasiteyi desteklemeyi planlamaktadır.

Uluslararası YZ diplomasisi ve güvenliğinde liderlik etme konusunda ise ABD, Amerika kökenli YZ sistem ve uygulamalarını müttefiklere ve ortaklara ihraç etmeyi, uluslararası yönetişim organlarında Çin etkisine karşı koymayı, YZ bilişim ihracat kontrolü uygulamasını güçlendirmeyi, mevcut yarı iletken üretim ve ihracat kontrollerindeki boşlukları kapatmayı, koruma önlemlerini küresel olarak uyumlu hale getirmeyi, sınır modellerindeki ulusal güvenlik risklerini değerlendirmede ABD Hükümeti'nin ön saflarda yer almasını sağlamayı ve biyogüvenliğe yatırım yapmayı hedeflemektedir. Bu plan, Amerikan inovasyonunun tam gücünü kullanarak ülkenin geleceğini güvence altına almayı ve küresel teknolojik üstünlüğü sürdürmeyi amaçlamaktadır.

ABD'de federal ölçekte düzenlenen ve doğrudan bağlayıcı olmamakla birlikte yol

[1350] The White House, "White House Unveils America's AI Action Plan", 23.07.2025, https://www.whitehouse.gov/articles/2025/07/white-house-unveils-americas-ai-action-plan/ (Erişim Tarihi: 27.07.2025).

haritası sunup ilgili düzenlemelerde de atıf yapılan, YZT'ye benzer şekilde geliştiricilere atılması gereken adımları gösteren ve özel sektör bakımından en etkili regülasyon adımı ise NIST tarafından hazırlanan YZ Risk Yönetim Çerçevesi'dir (NIST AI Risk Management Framework, AI RMF). AI RMF'in ilk versiyonu olan 1.0 Ocak 2023'te yayımlanmıştır. AI RMF, YZ sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi, dağıtımı ve kullanımı için gönüllü bir rehber sunmaktadır. Bu çerçeve, güvenilir YZ için risk yönetimi standartları, yönergeler ve en iyi uygulamaları içermektedir ve kamu-özel sektör iş birliğiyle geliştirilmiştir.

NIST'in YZ regülasyonu alanındaki bir diğer önemli bileşeni bünyesinde 2023'te kurulan ABD YZ Güvenlik Enstitüsüdür (AI Safety Institute- AISI). AISI ileri düzey YZ sistemlerinin risklerini değerlendirme, test etme ve yönergeler geliştirme görevini üstlenmektedir. AISI Haziran 2025'te ABD Ticaret Bakanlığı tarafından YZ Standartları ve İnovasyon Merkezi'ne (Center for AI Standards and Innovation- CAISI) dönüştürülmüştür.[1351]

ABD'de YZ regülasyonunda diğer federal kurumlar da yetki alanları dahilinde rol oynamaktadır. Federal Ticaret Komisyonu (Federal Trade Commission- FTC), YZ sistemlerinin ayrımcılık veya yanıltıcı uygulamalara yol açmasını önlemek için mevcut tüketici koruma yasalarını uygulamakta, YZ'nin tüketici hakları üzerindeki etkilerini yakından takip etmekte ve dolandırıcılık, ayrımcılık ve haksız rekabet gibi konularda düzenleyici adımlar atmaktadır. Özellikle üretken YZ'nin neden olabileceği yanıltıcı içerik ve manipülasyon risklerine karşı tedbirler geliştirmektedir.[1352] Örneğin, Aralık 2023'te FTC, Rite Aid'in YZ tabanlı yüz tanıma teknolojisinin ayrımcı etkileri nedeniyle şirkete beş yıl boyunca bu teknolojiyi kullanma yasağı getirmiştir.[1353] Bunu yaparken FTC'nin YZ'ye özel bir düzenlemeye değil, Türk hukukunda da benzerleri bulunan haksız rekabet ve haksız ticari uygulamalara dair mevcut ve genel nitelikli düzenlemelere dayanması her alanda YZ'ye ilişkin değişiklik gerekmeksizin mevcut hukuki düzenlemelerin YZ'nin risklerinin yönetilmesinde ve hukuki çerçevesinin oluşturulmasında kullanılabileceğini ve düzenleyici otoritelerin de mevcut yetkileri kapsamında adımlar atabileceğini gösteren bir örnektir.

[1351] US Department of Commerce, "Statement from U.S. Secretary of Commerce Howard Lutnick on Transforming the U.S. AI Safety Institute into the Pro-Innovation, Pro-Science U.S. Center for AI Standards and Innovation", 03.06.2025, https://www.commerce.gov/news/press-releases/2025/06/statement-us-secretary-commerce-howard-lutnick-transforming-us-ai (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1352] FTC'nin YZ ile ilgili olarak yürüttüğü soruşturmaların güncel listesine şu adresten ulaşılabilmektedir: https://www.ftc.gov/industry/technology/artificial-intelligence (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1353] Federal Trade Commission, "Rite Aid Banned from Using AI Facial Recognition After FTC Says Retailer Deployed Technology without Reasonable Safeguards", 19.12.2023, https://www.ftc.gov/news-events/news/press-releases/2023/12/rite-aid-banned-using-ai-facial-recognition-after-ftc-says-retailer-deployed-technology-without (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

Bunlara ek olarak ABD Gıda ve İlaç İdaresi (US Food and Drug Administration-FDA), YZ destekli klinik karar destek araçlarını tıbbi cihaz olarak düzenlemekte ve güvenilirliklerini sağlamak için rehberler yayımlamaktadır. FDA de bu düzenlemeler için mevcut yetkilerine dayanarak hareket etmektedir. Özellikle geleneksel tıbbi cihaz regülasyon çerçevesi modern YZ sistemleri göz önünde bulundurularak hazırlanmadığı için YZ destekli tıbbi cihazların mevcut FDA pazar öncesi incelemeleri bakımından önemli sorunlar çıkaracağı düşünülmüş ve FDA bu alanda hızlı hareket ederek yenilikçi bir çerçeve geliştirmek amacıyla 02.04.2019 tarihinde "YZ/Makine Öğrenmesi (AI/ML) Tabanlı Tıbbi Cihaz Yazılımlarında (SaMD) Değişikliklere Yönelik Önerilen Düzenleyici Çerçeve" başlıklı bir görüş dokümanı yayımlamıştır.[1354] Bunu takiben Ocak 2021'de "Tıbbi Cihaz Olarak Eylem Planı Olarak YZ ve Makine Öğrenmesi Yazılımları" başlıklı eylem planını[1355] yayımlayan FDA bu doğrultuda "Tıbbi Cihaz Geliştirmede İyi Makine Öğrenmesi Uygulamaları için Yol Gösterici İlkeler (2021)"[1356], "Makine Öğrenmesi Destekli Tıbbi Cihazlar için Önceden Belirlenmiş Değişiklik Kontrol Planları için Yol Gösterici İlkeler (2023)"[1357], "Makine Öğrenimi Destekli Tıbbi Cihazlar için Şeffaflık ve Yol Gösterici İlkeler (2024)"[1358] gibi dokümanlarla mevcut tıbbi cihaz mevzuatı içinde YZ destekli sistem ve yazılımlar için kapsamlı bir regülatif çerçeve geliştirmiştir.

15.03.2024 tarihinde yayımlanan "YZ ve Tıbbi Ürünler: CBER, CDER, CDRH ve OCP'nin Birlikte Çalışması" belgesi de FDA'in YZ'ye yönelik koordineli yaklaşımını temsil etmektedir. Bu belge, bahsedilen eylem planını tamamlayarak, Biyolojik Değerlendirme ve Araştırma Merkezi (CBER), İlaç Değerlendirme ve Araştırma Merkezi (CDER), Cihazlar ve Radyolojik Sağlık Merkezi (CDRH) ile Kombinasyon Ürünleri Ofisi (OCP) arasında uyum ve bilgi paylaşımını vurgulamaktadır.

[1354] US Food & Drug Administration, "Proposed Regulatory Framework for Modifications to Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based Software as a Medical Device (SaMD)", https://www.fda.gov/media/122535/download?attachment (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1355] US Food & Drug Administration, "Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based.:Jf/<X Software as a Medical Device (SaMD) Action Plan", 2021, https://www.fda.gov/media/145022/download?attachment (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1356] US Food & Drug Administration, "Good Machine Learning Practice for Medical Device Development: Guiding Principles", https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/good-machine-learning-practice-medical-device-development-guiding-principles (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1357] US Food & Drug Administration, "Predetermined Change Control Plans for Machine Learning-Enabled Medical Devices: Guiding Principles", https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/predetermined-change-control-plans-machine-learning-enabled-medical-devices-guiding-principles (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1358] US Food & Drug Administration, "Transparency for Machine Learning-Enabled Medical Devices: Guiding Principles", https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/transparency-machine-learning-enabled-medical-devices-guiding-principles (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

Görüldüğü üzere FDA dengeli ve yenilikçi bir düzenleme ortamı yaratmayı amaçlamaktadır. FDA'in metodolojisi ve eylem planları özellikle YZ kullanımının yoğun şekilde girmeye başladığı sağlık ya da tıbbi cihazlar gibi regüle sektörlerdeki YZ regülasyon çalışmalarının mevcut hukuki düzenlemeler ve düzenleyici otoritenin girişimci yaklaşımıyla nasıl yönetilmeye çalışabileceğinin bir örneğini teşkil etmektedir.

Federal hukuki düzenlemeler, yürütme kararları, NIST'in çalışmaları ve federal kurumların çalışmaları yanında yakın zamanda ABD'de federal ölçekte yeni bir grup adımın daha atıldığı görülmektedir. Bu düzenlemelerin ise daha ziyade ABD içinde YZ önündeki engellerin ve regülatif kısıtlamaların kaldırılması, dışarıda ise ABD'nin elinde bulundurduğu donanım altyapısı kontrolü aracılığıyla YZ gelişimini de kontrol etme odaklı olduğu dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda Joe BIDEN Başkanlığı döneminde çıkarılan ve YZ geliştirmede kullanılan çiplerin ihracatını kısıtlayan yürütme kararı kaldırılmış ancak özellikle bazı bölgeler ve imalatçılar bakımından hem ihracatı hem de bu imalatçılardan ya da bölgelerden gelecek ithalatı kontrol eden yeni düzenlemeler getirilmiştir.[1359] Bu, özellikle YZ için gerekli olan donanım altyapısı ve tedariği üzerinde kontrol gücü bulunan devletler tarafından uygulanabilecek ve Türkiye gibi henüz kendi donanım altyapısını üretme kapasitesine sahip olmayan gelişmekte olan Devletler bakımından olumsuz sonuçları olabilecek bir regülatif adımdır.

ABD içindeki regülatif kısıtlamalar için atılan adım ise genelde vergi ve bütçe düzenlemeleri içeren ve "Bir Büyük Güzel Kanun (One Big Beautiful Bill Act)" olarak adlandırılan kanuna[1360] eklenmesi planlanan ve federe devletlerin 10 yıl boyunca YZ'yi regüle etmelerini, kısıtlamalarını, kontrol etmelerini sağlayacak düzenleme ya da politika çıkarmalarını engellemeyi amaçlayan düzenlemedir. Bu düzenleme uzun tartışmalara sebep olmuş ve söz konusu yasal düzenlemenin tartışıldığı ABD Senato oylamasında 99 olumsuz oya karşı 1 olumlu oyla reddedilmiştir. Bu gelişme her ne kadar YZT başta olmak üzere YZ regülasyonuna ilişkin detaylı düzenlemelere karşı ABD Federal Hükümetinden ve özellikle de ABD merkezli teknoloji şirketlerinden tepki gelse de eyalet yönetimlerinin YZ'yi düzenleme yetkisinden vazgeçmek ve bu alanı federal kontrole bırakmaya istekli olmadıklarını göstermektedir.

[1359] US Department of Commerce – Bureau of Industry and Security, "Department of Commerce Announces Recission of Biden-Era Artificial Intelligence Diffusion Rule, Strengthens Chip-Related Export Controls", 13.05.2025, https://www.bis.gov/press-release/department-commerce-announces-recission-biden-era-artificial-intelligence-diffusion-rule-strengthens-chip (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1360] H.R.1 - One Big Beautiful Bill Act, 2025, https://www.congress.gov/bill/119th-congress/house-bill/1/text/pcs (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

4.2.2.2 Eyalet Düzeyindeki Çalışmalar

ABD'de eyalet seviyesinde de YZ'ye ilişkin önemli regülasyon çalışmaları yürütülmekte ve çok sayıda düzenleme taslağı gündeme gelmektedir. Diğer yandan bu taslakların büyük kısmı kanunlaşmamakta, eyalet seviyesinde kanunlaşan düzenlemelerin büyük çoğunluğu da eyaleti aşacak etkiler doğurmamaktadır. Bu noktada özellikle Kaliforniya ya da New York gibi teknoloji şirketlerinin merkezinin ve Silikon Vadisi'nin bulunduğu veya küresel anlamda etki gücü yüksek eyaletlerin regülasyon çalışmaları daha çok öne çıkmaktadır. Sunulan ya da çıkarılan tüm düzenlemelerin teker teker incelemesi bu rapordaki inceleme kapsamını aşacağından burada sadece bazı önemli gelişmelere değinilecektir.

Kaliforniya, ABD'de YZ regülasyonunda öncü eyaletlerden biridir ve çok sayıda YZ odaklı veya odaklı olmasa da YZ'yi etkileyecek yasa çıkarmıştır. Kaliforniya Tüketici Gizliliği Yasası (California Consumer Privacy Act - CCPA)[1361] AB 1008[1362] adı verilen yasa ile güncellenerek, kişisel veri çıktısı üretebilen YZ sistemlerini "kişisel bilgi (personal information)"[1363] tanımına dahil etmiştir. Bu itibarla kapsamda kalan YZ sistemlerinin CCPA'de yer alan veri mahremiyeti ve gizliliği kurallarına uyması bir zorunluluk haline gelmiştir. Diğer yandan "Üretken YZ: Eğitim Verileri Şeffaflığı" başlıklı AB 2013[1364] düzenlemesiyle üretken YZ sistemlerinin eğitim verilerinin kaynaklarını, kullanımını ve temel özelliklerini (örneğin, veriler üzerindeki fikri hakların durumlarını) açıklamasını gerektiren düzenlemeler getirilmiştir. "Sağlık Hizmetleri: YZ" başlıklı AB 3030[1365] ile YZ destekli sağlık hizmetlerinde şeffaflığı ve hasta güvenliğini artırmayı amaçlayan, "Kamu Politikasına Aykırı Sözleşmeler: Kişisel ya da Profesyonel Hizmetler: Dijital Replikalar" başlıklı AB 2602[1366] ile YZ tarafından oluşturulan dijital kopyaların kullanımını düzenleyen ve tüketici

[1361] California Consumer Privacy Act of 2018, https://cppa.ca.gov/regulations/#collapseOne (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1362] California Legislative Information, Assembly Bill No. 1008 California Consumer Privacy Act of 2018: personal information, 30.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB1008 (Erişim Tarihi:15.07.2025).
[1363] Türk hukukunda mehaz AB hukukuna uygun olarak "kişisel bilgi" değil "kişisel veri" kavramı mevzuatta kullanılmaktadır.
[1364] California Legislative Information, "Assembly Bill No. 2013 Generative artificial intelligence: training data transparency", 30.09.2024, http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB2013 (Erişim Tarihi:15.07.2025).
[1365] California Legislative Information, "Assembly Bill No. 3030 Health care services: artificial intelligence", 30.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB3030 (Erişim Tarihi:15.07.2025).
[1366] California Legislative Information, "Assembly Bill No. 2602 Contracts against public policy: personal or professional services: digital replicas", 17.09.2024,

korumalarını güçlendiren yasal düzenleme ve değişiklikler yapılmıştır. Ancak, 2024'te önerilen ve güçlü ve öncü YZ modelleri için güvenlik testleri zorunluluğu getiren "Öncü YZ Modelleri için Güvenli ve Emniyetli İnovasyon Yasası" başlıklı SB 1047[1367] Eyalet Valisi Gavin NEWSOM tarafından inovasyonu kısıtlayabileceğini ve federal düzenlemelerin eksikliğini telafi etmek için çok erken olduğu gerekçesiyle veto edilmiştir.

Kolorado da Kolorado YZ Yasası (Colorado Artificial Intelligence Act- CAIA) ile ABD'de kapsamlı YZ regülasyonu getiren ilk eyaletlerden biri olmuştur. 2026'da yürürlüğe girecek bu yasa, yüksek riskli YZ sistemlerini düzenlemekte ve "algoritmik ayrımcılığı" önlemeyi amaçlamaktadır. Yüksek riskli YZ sistemleri, konut, istihdam, eğitim, sağlık, sigorta ve borç verme gibi alanlarda önemli kararlar alan sistemler olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar ikisi de risk odaklı bir yaklaşım benimsese de CAIA'nın yüksek risk sınıflandırması ile YZT'nin yüksek risk sınıflandırmasının aynı olmadığı vurgulanmalıdır. Yasa, YZ geliştiricileri ve dağıtıcılarının, algoritmik ayrımcılığın bilinen veya öngörülebilir risklerinden tüketicileri korumak için makul özen göstermesini zorunlu kılmaktadır. İhlaller, Kolorado Tüketici Koruma Yasası kapsamında haksız ticaret uygulaması olarak değerlendirilmekte ve her ihlal için 20.000 Dolar para cezası öngörülmektedir. Yasa, NIST AI RMF veya diğer tanınmış standartlarla uyumlu risk yönetimi politikalarının uygulanmasını teşvik etmekte ve bunlarla uyumlu olmaya belirli hukuki sonuçlar bağlamaktadır. Ayrıca Kolorado Valisi tarafından yasanın uygulanmasını değerlendirmek için bir YZ Etki Görev Gücü kurulmuş, ancak 2025 itibarıyla değişiklik önerileri henüz yasalaşmamıştır.

YZ regülasyonunda bahsedilmesi gereken bir başka eyalet Utah'tır. Utah, 2024'te yürürlüğe giren YZ Politikası Yasası (S.B. 149)[1368] ile YZ regülasyonunda önemli bir adım atmıştır. Bu yasa, üretken YZ uygulamalarını eyaletin tüketici koruma yasalarına tabi tutmakta ve YZ tarafından oluşturulan içeriklerin şeffaf bir şekilde açıklanmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle, YZ kullanımının açıklanmaması veya YZ ile işlenen suçlar durumunda şirketlere sorumluluk getirmektedir. Yasa, üretken YZ'yi "verilerle eğitilen, metin, ses veya görsel iletişim yoluyla insanlarla etkileşime giren ve insan müdahalesi olmaksızın veya kısıtlı insan müdahalesi ile insanların ürettiğine benzer çıktılar üreten" sistemler olarak

---

https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB2602 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1367] California Legislative Information, "Senate Bill No. 1047 Safe and Secure Innovation for Frontier Artificial Intelligence Models Act", 03.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=202320240SB1047 (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1368] Utah State Legislature, "S.B. 149 Artificial Intelligence Amendments", https://le.utah.gov/~2024/bills/static/SB0149.html (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

tanımlamaktadır. Utah'ın yaklaşımı, YZ'nin belirli kullanım senaryolarına odaklanmakta ve genel bir risk yönetimi çerçevesinden ziyade tüketici korumasına öncelik vermektedir.

4.2.3 Körfez Ülkelerinde Yapay Zekâ Regülasyon Örnekleri

Körfez ülkeleri ve özellikle Körfez İşbirliği Konseyi'ne (Gulf Cooperation Council-GCC) üye olan Bahreyn, Kuveyt, Umman, Katar, Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), YZ teknolojilerini benimseme ve bu alanda yenilikleri teşvik etme konusunda önemli regülasyon adımları atmaktadır. YZ, bu ülkelerin teknolojik dönüşüm ve ekonomik çeşitlendirme çabalarının temel bir unsuru haline gelmiştir. Ancak, YZ'nin sunduğu fırsatları değerlendirirken, etik, güvenlik ve gizlilik gibi konuları düzenleyen regülasyonların geliştirilmesi de bir o kadar kritik hale gelmiştir.

BAE, Körfez ülkeleri arasında YZ alanında en ileri düzeyde regülasyonlara sahip olanlardan biridir. BAE YZ'yi ulusal kalkınma stratejisinin bir parçası olarak benimsemiş ve bu doğrultuda YZ stratejisinin çıkarılması, etik ilkelerin benimsenmesi ve mevzuat çalışmaları yapılması gibi önemli adımlar atmıştır.

Suudi Arabistan, Vizyon 2030 planı kapsamında YZ'yi ekonomik dönüşümün bir dayanağı olarak konumlandırmakta ve YZ'nin potansiyelinden yararlanırken, bu teknolojinin sorumlu bir şekilde kullanılmasını sağlamak için adımlar atmaktadır. Ulusal YZ Stratejisi ile YZ'nin çeşitli sektörlerde kullanımını teşvik etmek ve ulusal ekonomiyi güçlendirmek amaçlanmaktadır. 2019'da kurulan Suudi Veri ve YZ Otoritesi YZ politikalarını koordine etmekte ve uygulanmasını denetlemektedir. Suudi Veri ve YZ Otoritesi tarafından yayımlanan YZ Etik Çerçevesi YZ sistemlerinin şeffaf, adil ve insan merkezli olmasını sağlamayı hedeflemektedir. Suudi Arabistan ayrıca bir YZ yasası üzerinde çalışmakta ve yasanın YZ'nin geliştirilmesi ve kullanımı için standartlar belirlemesi, veri gizliliğini korumaya ve toplumsal etkileri yönetmeye ilişkin düzenlemeler içermesi beklenmektedir. Suudi Arabistan, özellikle ulusal güvenlik ve kamu hizmetleri gibi hassas alanlarda YZ'nin kullanımını düzenlemek için özel kurallar geliştirmekte ve YZ'yi petrolden bağımsız bir ekonomi inşa etme vizyonunun bir parçası olarak görmektedir.

Katar, teknoloji ve inovasyon yatırımlarıyla dikkat çekerken, YZ'yi ulusal kalkınma stratejisinin bir unsuru olarak benimsemektedir. Katar Ulusal YZ Stratejisi ile eğitim, sağlık, finans ve enerji sektörlerinde YZ'nin kullanımının teşvik edilmesi, gizlilik, şeffaflık ve hesap verebilirlik gibi prensipleri içeren YZ etik ilke çerçevesi ile YZ'nin sorumlu bir şekilde uygulanmasını sağlamayı hedeflemekte ve YZ sistemlerinin geliştirilmesi ve dağıtımı için standartlar getirmesi beklenen bir mevzuat çalışması yürütülmektedir. Katar, veri gizliliği ve

siber güvenlik konularında da katı kurallar uygulayarak YZ'nin güvenli bir şekilde kullanılmasını desteklemektedir.

4.2.4 Güneydoğu Asya'da Yapay Zekâ Regülasyonu Örnekleri

Bu bölgede öne çıkan aktör Çin'dir. Çin'de YZ yönetişimi ve regülasyonu, ülkenin teknolojik üstünlük arayışı, ulusal güvenlik öncelikleri ve toplumsal istikrar hedefleri doğrultusunda kapsamlı, merkezi ve proaktif bir yaklaşımla ilerlemektedir. Çin, YZ'yi sadece bir ekonomik kalkınma aracı olarak değil, aynı zamanda devlet kontrolünü ve toplumsal uyumu pekiştiren stratejik bir enstrüman olarak konumlandırmaktadır. Bu durum, regülasyonların Batı ülkelerindeki yaklaşımlardan önemli ölçüde farklılaşmasına yol açmıştır. Merkezi hükümetin belirlediği direktifler ve yasalar, sektör genelinde geniş bir etki yaratmaktadır.

Çin'in YZ regülasyonlarına yaklaşımının temelinde, Çin Komünist Partisi'nin (ÇKP) merkezi kontrolü bulunmaktadır. YZ ile ilgili tüm önemli kararlar, Politbüro ve onun YZ'ye özel olarak kurulan komiteleri tarafından alınmaktadır. Bu merkezi yapı, Çin'in YZ alanında hızlı ve eşgüdümlü adımlar atmasını sağlamaktadır. "Yeni Nesil YZ Geliştirme Planı" (2017), Çin'in 2030 yılına kadar küresel YZ lideri olma hedefini ortaya koyan temel stratejik belge konumundadır. Bu plan, YZ'nin askeri, ekonomik ve toplumsal alanlarda entegrasyonu için geniş bir yol haritası çizmekte ve sonraki regülasyon adımlarının yönünü belirlemektedir.

YZ regülasyonları, ÇKP'nin "Parti her alanda liderlik eder" ilkesiyle sıkı sıkıya bağlantılıdır. Bu nedenle, YZ teknolojilerinin sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda sosyal istikrarı sürdürme, ideolojik kontrolü güçlendirme ve ulusal güvenliği sağlama aracı olarak kullanılmasına yönelik hükümler içermektedir. Örneğin, YZ modellerinin "Sosyalist Temel Değerler" ile uyumu, etik bir tavsiyeden ziyade yasal bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, Politbüro bünyesinde veya doğrudan onun denetiminde, farklı bakanlık ve kurumlar arasındaki YZ çalışmalarını koordine etmek ve regülasyonları şekillendirmek üzere özel Merkezi YZ Komiteleri oluşturulmuştur.

Çin, YZ'ye yönelik genel bir yasa yerine, belirli YZ uygulamalarını hedef alan ve sektörel özelliklere göre değişen düzenlemeler çıkarmaktadır. Üretken YZ Hizmetlerine İlişkin Geçici Yönetmelikler (2023), Çin'i üretken YZ'yi düzenleyen ilk ülkelerden biri haline getirmiştir. Bu yönetmelikler, üretken YZ sistemlerini geliştiren ve dağıtan şirketlere katı yükümlülükler yüklemiş: üretilen içeriğin ulusal siber güvenlik ve veri güvenliği düzenlemelerine, ayrıca Çin'in "Sosyalist Temel Değerlerine" uygun olması zorunlu tutulmuştur. Yasa dışı veya zararlı içeriğin üretilmesini engellemek için model geliştiricilerine

aktif sorumluluklar getirilmiştir. Modellerin eğitildiği verilerin yasal ve meşru kaynaklardan gelmesi gerekmektedir. Telif hakları, kişisel veri gizliliği ve fikri mülkiyet haklarının korunması esas alınmaktadır. Derin sahtecilik (deepfake) veya diğer sentetik medya formlarında üretilen içeriğin açıkça etiketlenmesi şart koşulmaktadır. Büyük dil modelleri ve diğer üretken YZ uygulamalarının kamuya açık olarak piyasaya sürülmeden önce kapsamlı güvenlik değerlendirmelerinden geçmesi ve devlet onayı alması gerekmekte olup bu süreçte teknolojik yeterliliğin yanı sıra ideolojik uyum da denetlenmektedir.

Başka bir düzenleme olan İnternet Bilgi Hizmetlerinin Algoritmik Tavsiye Yönetimi Hakkında Hükümler (2022), çevrimiçi platformlarda kullanılan algoritmik tavsiye sistemlerini hedef almaktadır. Bu düzenlemeler, kullanıcılara kişiselleştirilmiş içerik sunan algoritmaları devre dışı bırakma veya farklı algoritmalar seçme hakkı tanımaktadır. Ayrıca, algoritmaların fiyatlandırma, hizmet erişimi veya diğer konularda kullanıcılara karşı ayrımcılık yapmasını engellemeyi, çocuklar ve gençler için "bağımlılık yapıcı" içeriklerin algoritma tavsiyeleriyle yayılmasını kısıtlamayı ve şirketlerin algoritmalarının temel prensiplerini ve işleyişini açıklamasını gerektirmektedir. Diğer yandan İnternet Derin Sentez Hizmetlerinin Yönetimi Hakkında Hükümler (2022) ise derin sahtecilik ve sentetik medya teknolojilerinin kötüye kullanımını önlemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca yasa dışı veya etik dışı içerik oluşturulmasını yasaklamakta, içeriğin açıkça belirtilmesini (etiketlenmesini) ve kullanıcıların biyometrik verilerinin işlenmesi için rıza alınmasını şart koşmaktadır.

Çin'deki veri yönetimi ve gizlilik regülasyonlarının temelini oluşturan Veri Güvenliği Yasası (DSL) ve Kişisel Bilgi Koruma Yasası (PIPL) (2021) da YZ sistemlerini doğrudan etkilemektedir. DSL, verilerin sınıflandırılması, güvenlik risklerinin yönetimi ve kritik bilgi altyapısı operatörlerinin veri koruma yükümlülüklerini belirlemektedir. Özellikle ulusal güvenlik açısından hassas verilerin yurt dışına aktarımını sıkı denetimlere tabi tutmaktadır. PIPL ise GDPR'a benzer şekilde kapsamlı bir kişisel veri koruma çerçevesi sunmaktadır. Kişisel verilerin toplanması, işlenmesi, saklanması ve aktarılması için rıza, amaç kısıtlaması, veri minimizasyonu ve veri güvenliği gibi prensipleri zorunlu kılmaktadır. YZ modellerinin büyük veri setlerini işlemesi nedeniyle bu yasalar, YZ geliştiricileri ve kullanıcıları için önemli uyumluluk yükümlülükleri getirmektedir.

Çin'in YZ regülasyonları, sadece yasal metinlerden ibaret olmayıp, güçlü bir uygulama ve gözetim mekanizmasıyla desteklenmektedir. Çin Siber Uzay İdaresi (CAC), Çin'in siber uzaydaki en yetkili düzenleyici ve denetleyici kurumudur. İnternet içeriği, veri güvenliği, algoritmik hizmetler ve YZ tabanlı platformlar üzerindeki denetimi yürütmektedir. Şirketler, algoritmalarının işleyişini ve güvenlik değerlendirme raporlarını CAC'ye sunmakla yükümlü

olup CAC ihlaller durumunda ağır cezalar uygulayabilmektedir. Çin, YZ tabanlı sistemler için bir "kapalı döngü" gözetim sistemi uygulamaktadır. YZ geliştiricileri ve dağıtıcıları, ürünlerini piyasaya sürmeden önce bir dizi güvenlik testi ve uyumluluk denetiminden geçmek zorundadır. Bu denetimler, modelin eğitim verilerinden çıktılarına kadar tüm yaşam döngüsünü kapsamaktadır.

Çin'in YZ regülasyonları, sadece ülke içinde kalmayıp, küresel YZ ekosistemi üzerinde de önemli bir etki yaratmaktadır. Çin, YZ yönetişimi konusunda kendi modelini, diğer bir ifadeyle Pekin Konsensüsü'nü, Batı'nın daha liberal Washington Konsensüsü'ne karşı bir alternatif olarak sunmaktadır. Bu model, özellikle gelişmekte olan ülkeler arasında, YZ'nin ekonomik kalkınma ve sosyal kontrol aracı olarak kullanılabileceği fikrini yaygınlaştırmaya çalışmaktadır.

Çin ayrıca ABD'nin YZ Eylem Planı'nı yayımlamasından çok kısa bir süre sonra 26.07.2025'te Küresel YZ Yönetişimi için Eylem Planı'nı yayınlamıştır.[1369] Bu eylem planında Çin, YZ'nin insanlığa fayda sağlayan uluslararası bir kamu ürünü olabileceği ve bu alandaki eşi benzeri görülmemiş fırsatların yanı sıra risk ve zorlukları da beraberinde getirdiği anlayışıyla, küresel YZ yönetişimi konusunda aktif rol almayı önermektedir. Plan, YZ'nin güvenli, güvenilir, kontrol edilebilir ve adil gelişimini sağlamak, BM'nin "Gelecek İçin Mutabakat" ve eki "Küresel Dijital Mutabakat" taahhütlerini yerine getirmek ve herkes için kapsayıcı, açık, sürdürülebilir, adil, güvenli ve güvenilir bir dijital ve akıllı gelecek yaratmak için iş birliğini teşvik etmektedir. Bu doğrultuda Çin, YZ fırsatlarını ortaklaşa değerlendirme, yenilikçi gelişimini teşvik etme, tüm sektörlere yayılmasını sağlama, dijital altyapının hızla inşa edilmesi, çeşitlendirilmiş, açık ve yenilikçi bir ekosistem oluşturma, yüksek kaliteli veri tedarikini teşvik etme, enerji ve çevre sorunlarına etkili bir şekilde yanıt verme, standartlar ve normlar konusunda konsensüs sağlama, kamu sektörünün uygulamalarda öncülük etme, YZ güvenliğini yönetme, Küresel Dijital Mutabakat'ı ortaklaşa uygulama ve YZ kapasite geliştirmede uluslararası iş birliğini güçlendirme gibi on üç ana hedef belirlemiştir. Ayrıca, çok taraflı katılımla kapsayıcı bir yönetişim modeli oluşturulmasını da desteklemektedir.

Bölgesel ve ulusal regülasyon çalışmalarına ilişkin açıklamalar burada sona ermiştir. Raporun bir sonraki bölümünde, önerilerin yer aldığı bölüme geçilmeden önce Türk hukukunda hâlihazırda var olan ve YZ'ye uygulanabilecek ya da YZ'yi etkileyebilecek hukuki düzenleme ve çerçevelerin tespit edileceği bir haritalama çalışması yapılacaktır.

[1369] 人工智能全球治理行动计划（全文）, https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202507/content_7033929.htm (Erişim Tarihi: 27.07.2025).

4.3 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ BAĞLAMINDA UYGULANABİLECEK MEVCUT HUKUKİ ÇERÇEVE

Raporun önceki bölümlerinde görüldüğü gibi YZ'ye ilişkin regülasyon ve hukuki düzenleme tartışmaları hem uluslararası hem de ulusal düzlemde hızlı şekilde devam etmektedir. Türkiye'nin de bu tartışmaları izlemesi ve gerekli olduğu ölçüde YZ'nin regülasyonuna ilişkin adımlar atması YZ'nin avantajlarından etkin şekilde yararlanırken aynı zamanda zararlarından korunabilmesi ve bu alanda atılım yapabilmesi için gereklidir. Daha önceki örneklerde de görüldüğü üzere regülasyon adımları her zaman yeni bir kanuni ya da genel anlamda hukuki düzenleme yapılması anlamına gelmemektedir. Bazı alanlarda hukuki düzenleme yapmanın gerektireceği insan gücü, zaman ve harcama maliyetlerine katlanılmasına gerek kalmadan mevcut düzenleme çerçevesinin sağladığı esneklik kapsamında YZ'nin regülasyonuna ilişkin adım atmak mümkün olabilmektedir. Böyle bir yöntem bazı durumlarda sadece daha kolay ya da etkili değil aynı zamanda oldukça dinamik bir teknolojiye ilişkin hızlıca yapılacak hukuki değişikliklerin getireceği olası çatışmalardan korunmak için gerekli de olabilmektedir. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için ise mevcut hukuki çerçeve içinde YZ'ye uygulanabilecek ya da YZ'yi etkileyebilecek düzenlemelerin ve bunların uygulanması ile çözülebilen, çözülemeyen veya YZ'ye uygulamaları sebebiyle yeni ortaya çıkan sorunların tespit edilmesi gerekmektedir. Raporun bu bölümü, bu ihtiyacı karşılayabilmek için mevcut hukuki çerçeve içinde bir hukuki haritalama çalışması yapmak üzere oluşturulmuştur.

Bu çalışma ile mevcut hukuki altyapının haritasının çıkarılması, YZ'ye uygulanabilirlik ve YZ'nin riskleri ile kazanımlarını yönetebilme noktasında yeterli olup olmadığı ve hangi noktalarda ne gibi yeniliklere ya da değişikliklere ihtiyaç olduğu tespit edilebilecektir. Bu doğrultuda bu bölümde ayrıca Türk hukukundaki mevcut düzenlemelerin YZ'ye uygulanabilirliği ve riskler ile kazanımları yönetme noktasında yeterli olup olmadıkları da değerlendirilecektir.

YZ'ye ilişkin hukuki düzenlemelerin incelenmesinde ilk belirtilmesi gereken husus YZ'nin ek ya da özel bir düzenlemeye ihtiyaç olmaksızın da hukuküstü bir alanda çalışmadığıdır. Raporun yazım tarihi itibariyle iç hukukumuzda YZ'ye ilişkin özel bir hukuki düzenleme mevcut değildir. 28. Dönem Kocaeli Milletvekili Ömer Faruk GERGERLİOĞLU tarafından 24.06.2024 tarihinde TBMM Başkanlığına sunulmuş olan "Yapay Zekâ Kanun

Teklifi" başlıklı bir teklif[1370] bulunmakla birlikte bu teklif komisyon aşamasındadır. Ayrıca, 28. Dönem Kırıkkale Milletvekili Halil ÖZTÜRK tarafından 07.11.2025 tarihinde TBMM Başkanlığı'na sunulmuş bir teklifte ayrı bir Yapay Zekâ kanunu öngörülmemekle birlikte YZ'nin hukuki tanımına, YZ'nin ürettiği içeriklerden sorumluluğa ve YZ ile ilgili siber güvenlik önlemlerine ilişkin düzenlemeler yer almaktadır[1371]. Ancak bu teklif de komisyon aşamasındadır. Diğer yandan, önemle vurgulanmalıdır ki özel bir YZ düzenlemesi olmasa da başta Anayasa olmak üzere genel nitelikli hukuki düzenlemeler hâlihazırda Türkiye'de YZ'nin geliştirilmesine ve kullanılmasına uygulanabilecektir. Örneğin:

- YZ sistemleriyle ilgili sözleşmeler 6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu'nda (TBK) yer alan sözleşmelere ilişkin hukuki düzenlemelere;
- YZ ile kişisel verilerin işlenmesi ya da YZ çıktılarının kişisel veri niteliği taşıması 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'na (KVKK);
- YZ sistemlerinin çıktılarının internet ortamında erişime açılması 5651 sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun'a;
- YZ sistemlerinden ya da çıktılarının kullanımından kaynaklı zararlar yine TBK'da yer alan sözleşmesel sorumluluk veya haksız fiil hükümleri ile ortada bir ürün olduğu durumlarda 7223 sayılı Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu'na (ÜGTDK);
- YZ ile fikir ve sanat eserlerinin işlenmesi veya YZ çıktılarının fikir ve sanat eseri olup olmadığının incelenmesi 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'na (FSEK) tabi olacaktır.

Bu noktada önemle vurgulanmalıdır ki YZ sistem ve çıktılarına bu şekilde dolaylı olarak uygulanabilecek olan hukuki düzenlemelerin tam listesinin çıkarılması, özellikle de YZ'nin sürekli gelişmekte olan ve yeni uygulamalara dayanak teşkil eden dinamik niteliği dikkate alındığında pratik gerekçelerle mümkün değildir. Diğer yandan pratik duruma bakıldığında bazı alanlardaki sorun ve belirsizliklerin diğerlerine nazaran öne çıktığı açıktır. Bu bölümde Komisyon toplantılarında gerek Komisyon üyeleri gerekse Komisyon tarafından dinlenen uzmanlar tarafından gündeme getirilen hususlar ve güncel gelişmeler de dikkate alınarak bazı temel düzenlemelere değinilecektir.

[1370] Yapay Zekâ Kanun Teklifi, TBMM, https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/e21539a0-888a-4500-81be-01904a918c53 (Erişim Tarihi: 27.07.2025).

[1371] Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun Teklifi, TBMM, https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/12d348f9-77ee-4f09-8b78-019a5e27521f (Erişim Tarihi: 17.11.2025).

Bu bölümün devamında haritalanacak ve incelenecek olan hukuki düzenlemeler de bu açıklamalar ışığında değerlendirilmeli ve söz konusu düzenlemenin YZ'ye nasıl uygulanacağı, YZ'nin gelişmesinde ne gibi bir etkiye sahip olduğu, YZ kaynaklı herhangi bir sorun ya da riske çözüm üretme noktasında etkili olup olmadığı ve bu değerlendirmeler ışığında ilgili düzenlemede bir değişikliğe ya da o konuda yeni bir düzenlemeye ihtiyaç olup olmadığı incelenmelidir. Komisyon'a 08.04.2025 tarihinde bilgi veren Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK mevcut düzenleme eksikleri tespit edilmeden, regüle edilmek istenen şey bilinmeden hızlıca düzenleme yapmaya çalışmanın sorun çözmekten çok sorun yaratabileceğini ve üstelik kamu kaynaklarının israfına sebep olabileceğini belirterek mevcut haritalama çalışmasının önemine vurgu yapmıştır.[1372]

Bölümün devamında mevcut hukuki çerçevenin YZ merceği ile incelenmesine geçilmektedir. YZ'nin temas ettiği hukuki düzenlemeler arasında bazıları öne çıkmakta ve bunların arasında da öncelikle veri ile ilgili hukuki düzenlemeler yer almaktadır. Veriler içinde de özellikle kişisel verilerin işlenmesine ilişkin kurallar YZ'nin hem geliştirilmesinde hem de kullanılmasında kişisel verilerin önemli bir yere sahip olması sebebiyle öne çıkmaktadır. Bu sebeple öncelikle veriye ilişkin hukuki çerçeve incelenmekte bu incelemeye de Türk hukukunda kişisel verilerin korunması ve mahremiyet alanındaki hukuki çerçeve ile başlanmaktadır.

4.3.1 Yapay Zekâ, Kişisel Verilerin Korunması ve Mahremiyet

YZ, sosyal ve hukuki yaşamın hemen her alanında köklü dönüşümlere neden olmaktadır. Özellikle büyük veri analitiği, algoritmik karar verme sistemleri ve otomatik profil oluşturma süreçlerinin hızla yaygınlaşması, kişisel verilerin ve mahremiyetin korunmasının kapsamını ve sınırlarını yeniden tanımlama ihtiyacını beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda kişisel verilerin korunması hukuku, geleneksel hukukun sınırlarının ötesinde YZ teknolojilerinin yarattığı yeni hukuki sorunlarla karşı karşıyadır.

Küresel gelişmelere uygun şekilde ülkemizde de YZ teknolojilerinin hızla benimsenmesiyle birlikte, kişisel verilerin korunmasına yönelik mevcut hukuki düzenlemelerin yeterliliği ve uygulamadaki etkinliği sorgulanmaya başlanmıştır. Kişisel verilerin korunması hukuku, mahremiyet kavramıyla bir bütündür ve bu ilişkinin YZ teknolojileri bağlamında nasıl şekillendiğinin incelenmesi gerekmektedir. Türk hukuk sistemi,

[1372] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

KVKK başta olmak üzere, çeşitli dağınık düzeyde düzenlemeler ve düzenleyici kurumlar aracılığıyla YZ'nin getirdiği yeni risklere cevap vermeye çalışmaktadır. YZT ve OECD YZ İlkeleri gibi uluslararası metinler, risk-temelli ve insan hakları merkezli yaklaşımlarla bu boşlukları doldurmaya çalışırken, iç hukukun da normatif uyum, kurumsal kapasite ve uygulama etkinliği bakımından benzer bir güncelleme ihtiyacına sahip olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda Raporun bu başlığında, mahremiyet ve kişisel verilerin korunması alanında tarihsel gelişim çizgisinden başlayarak, anayasal çerçeve, yüksek yargı içtihatları ve KVKK'nın sistematiği ele alınmaktadır. Bunun yanında başlık kapsamında veri sorumlusu ile veri işleyenin sorumluluk ayrımı, özel nitelikli verilerin korunmasına ilişkin rejim, aydınlatma-rıza dengesi, biyometrik veriler gibi hassas verilerin yüksek riskli senaryolarda ihtiyaç duyduğu ölçülülük, açıklanabilirlik gibi gereklilikler hukuki perspektiften analiz edilmiştir.

Başlığın temel amacı, YZ çağında kişisel verilerin korunması ile mahremiyetin kesişim kümesinde beliren normatif boşlukları ve hukuki durumu tespit ederek, YZ ile kişisel verilerin işlenmesi arasındaki ilişkide kişisel verilerin korunmasının karşı karşıya olduğu güncel ihtiyaçları ortaya koymak ve böylece gelecekte yapılabilecek yasal iyileştirmelere yönelik zemin hazırlamaktır.

4.3.1.1 Mahremiyetin ve Kişisel Verilerin Korunmasının Gelişim Çizgisi

Mahremiyet (privacy) kavramı, Warren ve Brandeis'in 1890 tarihli makalesinde[1373] "yalnız bırakılma hakkı" (the right to be let alone) biçiminde hukuki tanınırlık kazandıktan bu yana önemli dönüşümler geçirmiştir. Kavramın tarihsel kökeni, toplumsal yaşamın en eski normatif ayrımlarından biri olan kamusal-özel ayrımına uzanır. Sanayi Devrimi'nin beraberinde getirdiği fotoğraf ve baskı teknolojileri bireylerin basın aracılığıyla "ticarileştirilen görünürlüğünü" artırmıştır ve kamusal olanla özel arasındaki çizgiyi daha da belirsizleştirmiştir.

1948 BM İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi[1374] m. 12 ile koruma altına alınmış olan özel hayatın gizliliği ve ihlal durumlarına karşı yasal koruma garantisi aynı şekilde AİHS m. 8'de yer almıştır. Kişisel verilerin hukuken ayrıca korunması ise 1970 yılında Almanya

[1373] Warren, Samuel D. ve Brandeis, Louis D., "The Right to Privacy", Harvard Law Review, C. 4, S. 5, 1890, https://groups.csail.mit.edu/mac/classes/6.805/articles/privacy/Privacy_brand_warr2.html (Erişim Tarihi: 03.08.2025), ss. 193-220.

[1374] United Nations, "Universal Declaration of Human Rights", https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

eyaletlerinden Hesse'nin Veri Koruma Kanunu ile karşımıza çıkmaktadır.[1375] Akabinde 1977 yılında yürürlüğe giren Alman Federal Veri Koruma Kanunu'nu (Bundesdatenschutzgestez), 1978 yılında yürürlüğe giren Fransız Veri Koruma Yasası (la loi Informatique et Libertés) izlemiştir. Bu şekilde kişisel verilere ilişkin hukuki korumanın küresel ölçekte bir etki doğurmaya başladığını belirtmek mümkündür.

Bunlarla birlikte 1970'li yılların sonunda küresel bir iş birliğinin de kapısı aralanmıştır. Bu iş birliği ile 1980 yılında OECD'nin *"*OECD'nin Özel Yaşamın Korunması ve Kişisel Verilerin Sınır Ötesi Akışına İlişkin Rehber İlkeleri[1376]*"* ile Avrupa Konseyinin "1981 tarihli 108 No'lu Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması Sözleşmesi*[1377]"* (108 sayılı Sözleşme) imzalanmıştır. Her iki hukuki düzenlemede de kişisel veri kavramında ortak bir kabul olduğu, kişileri belirleyen veya onların belirlenmesini sağlayan özellikteki tüm bilgilerin kişisel veri olarak ifade edildiği belirtilmelidir. AB'de 1995 kabul edilen 1998 yürürlük tarihli *"*95/46/EC sayılı Kişisel Verilerin İşlenmesi ve Serbest Dolaşımı Bakımından Bireylerin Korunmasına İlişkin Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi Yönergesi" ise hem kendisinden önceki düzenlemelerde yer alan kişisel veri tanımlamasını kabul etmesi hem de daha sistemli bir mahiyeti haiz olması sebebiyle önem arz etmektedir.[1378]

Türkiye'de kişisel verilerin korunmasına ilişkin tartışmalar, 2004 Anayasa değişikliğiyle "özel hayatın gizliliği" kapsamında gündeme gelmiş ve 2010 referandumuyla Anayasa'nın 20. maddesine eklenen üçüncü fıkra "kişisel verilerin korunmasını isteme hakkı"nı anayasal düzeyde güvence altına almıştır. TCK m. 135-140 "veri suçlarını" tanımlamış, büyük ölçüde 95/46/EC sayılı düzenleme ile uyumlu bir sistematiğe sahip olarak 07.04.2016'da yürürlüğe giren KVKK, Avrupa modelinin temel ilkelerini iç hukuka aktarmış ve Kişisel Verileri Koruma Kurumu'nu KVKK ile verilen görevleri yerine getirmek üzere, idari ve mali özerkliğe sahip ve kamu tüzel kişiliğini haiz özerk bir kurum olarak düzenlemiştir (m. 95). Kurum, biyometrik ve genetik veriler, veri güvenliğinin sağlanması,

[1375] Fuster, Gloria Gonzalez, The Emergence of Personal Data Protection as a Fundamental Right of the EU, Springer, Switzerland, 2014, s. 56.

[1376] OECD, OECD Guidelines on the Protection of Privacy and Transborder Flows of Personal Data, https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-guidelines-on-the-protection-of-privacy-and-transborder-flows-of-personal-data_9789264196391-en. (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1377] Proposal for a Council Decision authorising Member States to sign, in the interest of the European Union, the Protocol amending the Council of Europe Convention for the Protection of Individuals with regard to Automatic Processing of Personal Data (ETS No. 108), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018PC0449 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1378] Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31995L0046. (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

aydınlatma yükümlülüğü, özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesi ve yurt dışına veri aktarımı, uluslararası veri düzenlemeleri ve yeni nesil kişisel veri işleme faaliyetleri gibi kişisel verilerin işlenmesine ilişkin çeşitli konularda rehberler yayımlayarak uygulama alanını güncel tutmaktadır.[1379]

Günümüzün en kapsamlı veri koruma düzenlemesi kabul edilen ve AB veri koruma düzenlemesi olan 2016/679 sayılı ve 27.04.2016 Tarihli Gerçek Kişilerin Kişisel Verilerin İşlenmesine Karşı Korunmasına ve Bu Verilerin Serbest Dolaşımına İlişkin ve 95/46/EC sayılı AB Yönergesini Yürürlükten Kaldıran Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi Tüzüğü (General Data Protection Regulation- GDPR)[1380]" ise 2018 yılında yürürlüğe girmiştir. GDPR unutulma hakkı, veri taşınabilirliği ve algoritmik kararlara itiraz imkânları ile yüksek idari para cezalarını düzenleyerek mahremiyet korumasında küresel çıtayı yükseltmiş 2018'de tam yürürlük kazanmasının ardından mahremiyeti "tasarım gereği ve varsayılan olarak gizlilik" (privacy by design, privacy by default) ekseninde yeniden tanımlamıştır.

2019'dan itibaren YZ teknolojilerinin yaygınlaşması, mahremiyet ve kişisel verilerin korunması tartışmasını algoritmik yönetişim düzeyine taşımıştır. 2019 tarihli OECD YZ İlkeleri[1381] insan merkezli, sorumlu YZ vizyonu sunmuş aynı yıl G20 tarafından da benimsenmiştir. Türkiye, UYZS ile etik ilkeler, veri yönetişimi ve algoritmik şeffaflık hedefleri belirlemiştir. AB'de ise YZT ile risk-temelli, bağlayıcı bir düzenleme kabul etmiş, yüz tanıma ve biyometrik kitle gözetimi gibi mahremiyet-yoğun uygulamaları yüksek risk veya yasaklı kategorilere dâhil etmiştir. Bu süreci Avrupa Konseyi tarafından hazırlanan Çerçeve Sözleşme tamamlamış, sözleşmede YZ teknolojilerinin tüm yaşam döngüsünde insan haklarına, demokrasiye ve hukukun üstünlüğüne uyum zorunlu kılınmıştır.

Mahremiyet koruma rejimi, 2020'lerde Avrupa sınırlarını aşarak BRICS ve APEC ülkelerinde de karşılık bulmuştur. Brezilya'nın 2020'de yürürlüğe giren veri koruma düzenlemesi (Lei Geral de Proteção de Dados- LGPD)[1382] ve Arjantin'in reform taslakları[1383]

[1379] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Korunması Alanında Uluslararası ve Ulusal Düzenlemeler, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/49712b6d-655c-47e2-8c53-0c51bbef0306.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1380] Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1381] OECD, "OECD AI Principles Overview", https://oecd.ai/en/ai-principles (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1382] Ministério do Esporte, "Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)", https://www.gov.br/esporte/pt-br/acesso-a-informacao/lgpd (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

ile Latin Amerika'da GDPR uyumu genişlemiş, Çin'in 2021 tarihli veri koruma düzenlemesi (PIPL) ve Veri Güvenliği Yasası[1384], veri egemenliği ilkesini sertleştirmiştir. ABD'de eyalet düzeyindeki CCPA/CPRA, VCDPA ve CPA gibi düzenlemeler ile Beyaz Saray'ın "AI Bill of Rights" [1385] inisiyatifi federal reforma zemin hazırlamıştır.

Kişisel verilerin korunmasına dair bu temel düzenlemeler artık günümüzde dünyanın hemen her bölgesinde karşımıza çıkmaktadır. Dünyanın çeşitli bölgelerindeki veri koruma otoriteleri hem ulusal hem uluslararası iş birliğine dair çalışmalarını sürdürmektedir. Ancak YZ'nin daha yaygın hale gelmesiyle korunması daha zor hale gelen kişisel veriler, günümüzde YZ kaynaklı etik zorluklar ve verilerin sınırsız olarak el değiştirmesi gibi yeni güçlüklerle sınanmaktadır. Etik zorluklar genellikle bireysel özgürlükler ve toplumsal fayda arasındaki gerilimden kaynaklanmaktadır. Örneğin, kalabalık bir organizasyonda kamusal güvenliği sağlamak için YZ kullanan kameraların geniş alanları gözetleme gücüne sahip olması durumunda, kişisel verilerin bu denli fazla miktarda elde edilmesinin meydana getireceği bireysel ihlal ile bu verilerin kamu sağlığı veya güvenliği gibi daha büyük amaçlara hizmet edebileceği haller hem hukuki hem de etik ikilemler yaratmaktadır.

Kişisel verilerin önemi hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çeşitli sebeplerle karşımıza çıkmaktadır. Öncelikle modern hukuk sistemleri tarafından her bireyin özel yaşamının gizliliği temel bir hak olarak kabul edilmektedir[1386]. Kişisel verilerin korunmasını isteme hakkı da bireylerin özel yaşamlarının, inançlarının, sağlık bilgilerinin ve çeşitli tercihlerinin yansıması gibi pek çok kişisel unsuru ölçüsüz müdahalelere karşı koruma altına almaktadır. Kişisel verilerin korunmasını isteme hakkı, bugün tüm dünyada yasal düzenlemelerle korunan temel bir insan hakkıdır. Bu koruma, hukukun üstünlüğü ve yasaların adil uygulanmasının bir yansıması olarak, devletlerin ve şirketlerin vatandaşların kişisel verilerine dolayısıyla özel hayatlarının gizliliğine saygı duymalarını zorunlu kılmaktadır. Bilgisayarın yaygınlaşmasından itibaren artan verilerin korunması ihtiyacı bugün karşımıza YZ ile birlikte daha da artarak çıkmaktadır.

YZ'nin modern uygulamalarının temelinde yer alan makine öğrenmesi, verilerden

---

[1383] Argentina.gob.ar, "El Poder Ejecutivo Nacional envió al Congreso el Proyecto de Ley de Protección de Datos Personales", https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-poder-ejecutivo-nacional-envio-al-congreso-el-proyecto-de-ley-de-proteccion-de-datos (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1384] DigiChina, "Translation: Data Security Law of the People's Republic of China (Effective Sept. 1, 2021)", https://digichina.stanford.edu/work/translation-data-security-law-of-the-peoples-republic-of-china/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1385] The White House, "Blueprint for an AI Bill of Rights", https://bidenwhitehouse.archives.gov/ostp/ai-bill-of-rights/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1386] Fuster, a.g.e., s.254.

değerli bilgiler elde etmeye yarayan güçlü ve oldukça işlevli bir araçtır. Ancak bu makine öğrenmesi modellerinin geliştirilmesi ve uygulamalarının çalıştırılması sürecinde kişisel verilere de erişebilmekte veya kişisel veri niteliğinde bilgiler ortaya çıkabilmektedir. Özellikle kullanıcı davranışları, alışveriş alışkanlıkları veya çevrimiçi etkinlikler gibi konularda tahminlerde bulunmak için oluşturulan modellerde kişisel verilerin yoğun şekilde işlendiği görülmektedir. Fakat burada daha önemli olan, makine öğrenmesi modelinin kişisel verilere direkt olarak erişimi ya da bu verileri bireysel olarak saklama kapasitesi değil, bu kişisel verileri elde ederek genel bir tahmin oluşturma yetisidir.

Makine öğrenmesi algoritmalarının kişisel verilere erişimi, bu verilerin gizliliği ve bireylerin kendi verileri üzerindeki haklarının korunması meselelerini gündeme getirir ki bu meseleler konu hakkındaki en önemli etik ve hukuki neticeleri oluşturmaktadır. Zira bu algoritmaları besleyen veriler, bireylerin özel hayatlarına dair bilgileri içeren, hassas nitelikli olanlar da dahil kişisel verileri içerebilmektedir. Dolayısıyla YZ ve makine öğrenmesi teknolojilerinin hızla ilerlediği bu dönemde, kişisel verilerin korunmasına ve gizliliğine yönelik düzenlemelerin de aynı hızla güncellenmesinin ve kişisel verileri koruma rejimlerinin YZ'nin taşıdığı risklere karşı dayanıklı hale getirilmesinin gerekli olup olmadığı ve bunun nasıl yapılabileceği tartışmaları gündeme gelmektedir.

4.3.1.2 Kişisel Verilerin Korunmasının Anayasal Çerçevesi

Türkiye'de kişisel verilerin korunması, 2010 yılında gerçekleştirilen Anayasa değişikliği ile anayasal düzeyde güvenceye kavuşturulmuştur. Anayasa'nın ikinci kısmında düzenlenen "Kişinin Hakları ve Ödevleri" başlığı altında yer alan özel hayatın gizliliği hakkı, bireyin temel hakları arasında kabul edilmiştir. Özellikle teknolojik ilerlemelerin temel hak ve özgürlükler üzerinde müdahale imkânlarını artırması ve bu müdahalelerin hukuki sorunlara yol açması, bu alanda yasal düzenlemelerin yapılmasını zorunlu kılmıştır.

Bu bağlamda 2010 yılında 5982 sayılı Kanun'la gerçekleştirilen Anayasa değişikliği neticesinde Anayasa'nın 20. maddesine eklenen yeni bir fıkra ile kişisel verilerin korunması, "özel hayatın gizliliği" hakkı kapsamında anayasal güvence altına alınmıştır. Söz konusu fıkrada, "[h]erkes, kendisiyle ilgili kişisel verilerin korunmasını isteme hakkına sahiptir. Bu hak; kişinin kendisiyle ilgili kişisel veriler hakkında bilgilendirilme, bu verilere erişme, bunların düzeltilmesini veya silinmesini talep etme ve amaçları doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığını öğrenmeyi de kapsar. Kişisel veriler, ancak kanunda öngörülen hallerde veya kişinin açık rızasıyla işlenebilir. Kişisel verilerin korunmasına ilişkin esas ve usuller kanunla düzenlenir" hükmüne yer verilmiştir.

Bu anayasal düzenleme çerçevesinde;

- Her birey, kendisine ait kişisel verilerin korunmasını talep etme hakkına sahiptir. Bu hak kapsamında, bireyler kişisel verilerinin ilgisiz üçüncü kişilerce erişilmesini önleyici önlemlerin alınmasını isteme yetkisine sahiptir.
- Bu hak aynı zamanda, bireyin kişisel verilerine ilişkin olarak bilgilendirilme, verilerine erişim, verilerde yer alan hataların düzeltilmesini isteme, verilerin silinmesini talep etme ve verilerin amaç dışı kullanılmasına karşı bilgi edinme gibi unsurları da içermektedir.
- Kişisel veriler yalnızca kanunda açıkça öngörülen durumlarda veya kişinin özgür iradesiyle verdiği açık rıza temelinde işlenebilecektir. Dolayısıyla, açık bir yasal düzenlemenin bulunmadığı ya da bireyin rızasının alınmadığı hallerde kişisel verilerin işlenmesi hukuken mümkün değildir.

Anayasa'nın 20. maddesinin üçüncü fıkrasında kişisel verilerin işlenmesine ilişkin temel ilkelere yer verilmiş olmakla birlikte, kişisel verilerin hukuka aykırı şekilde işlenmesi yalnızca bu düzenlemeyle sınırlı bir ihlal teşkil etmemekte, aynı zamanda Anayasa'nın 17. maddesiyle güvence altına alınan kişinin maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkı ile 20. ve 22. maddelerde güvence altına alınan özel hayatın gizliliği ve haberleşme hürriyeti gibi diğer temel hak ve özgürlüklerin de ihlali anlamına gelmektedir.

Öte yandan Anayasa'nın 20. maddesinin üçüncü fıkrasında kişisel verilerin yalnızca kanunla öngörülen hallerde veya kişinin açık rızasıyla işlenebileceği belirtilmiş olmasına rağmen, bu düzenlemede kişisel verilerin işlenmesine yönelik özel sınırlama sebeplerinin ayrıca belirtilmediği dikkati çekmektedir. Anayasal güvence altına alınan kişisel verilerin korunması hakkının etkili biçimde uygulanabilmesini temin amacıyla, 26.12.2014 tarihinde "Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Tasarısı" (1/541) TBMM Başkanlığına sunulmuştur. Bu tasarı 24.03.2016 tarihinde kabul edilerek yasalaşmış ve KVKK, 07.04.2016 tarih ve 29677 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Böylece kişisel verilerin korunmasına ilişkin temel ilke, esas ve usulleri düzenleyen mevzuat tamamlanmış ve kişisel verilerin korunmasına yönelik anayasal hükmün uygulanabilirliğini sağlayacak yasal zemin oluşturulmuştur.

KVKK niteliği itibarıyla çerçeve nitelikli bir kanun olup uygulaması yargı kararları ve Kişisel Verileri Koruma Kurulu kararlarıyla şekillenmektedir. Ayrıca belirtilmelidir ki KVKK öncesinde de yargı kararlarında kişisel verilerin diğer verilerden ayrı şekilde korunmasına dair ifadelere rastlanmaktadır. Bu itibarla konunun Türk hukukundaki durumunu anlamak için önde gelen yargı kararlarının incelenmesinde fayda görülmektedir.

2008 tarihli bir AYM Kararı'nda 5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanunu'nun (TİSTK) 8. maddesi ve 54. maddesinin (b) fıkrası uyarınca istatistiki birimlerin, kendilerinden istenen verileri – kişisel veriler de dahil olmak üzere – sınırsız şekilde, belirlenen form ve sürede sağlamak zorunda oldukları ancak hangi verilerin (örneğin kişisel veri niteliğindeki bilgiler) bu kapsamda değerlendirileceğine dair herhangi bir sınırlandırma getirilmediği vurgulanmıştır. Mahkeme tarafından bu durumun kişilerin özel hayatlarına, aile yaşantılarına ve düşünce özgürlüklerine ilişkin anayasal güvenceleri ihlal ederek kişisel verilerin korunmasına yönelik temel hakların zedelenmesine yol açtığı gerekçesiyle söz konusu maddenin iptaline karar verilmiştir.[1387] Bu karar daha KVKK uygulaması ve YZ gibi yoğun veri işleme teknikleri dahi olmaksızın üstelik istatistik toplama gibi kamusal menfaat taşıyan bir amaçla dahi olsa kişisel verilerin korunmasına dair farkındalığın Türkiye'de ne kadar erken yerleştiğini göstermesi açısından önemli bir örnektir.

Diğer örnek kararda AYM, başvurucunun Dışişleri Bakanlığı'na ait özlük dosyasında yer alan sicil, değerlendirme ve bilgi notlarına erişim talebinin reddedilmesini, Anayasa'nın 20. maddesinde güvence altına alınan özel hayata saygı hakkı kapsamında kişisel verilerin korunmasını isteme hakkının ihlali olarak değerlendirmiştir. Mahkeme, söz konusu belgelerin başvurucunun kişisel verileri niteliğinde olduğunu, Kamu Personel Tebliği ve Bilgi Edinme Hakkı Kanunu hükümlerinin yalnızca üçüncü kişilerin kişisel verilere erişimini sınırlayabileceğini, kişinin kendi verilerine erişimini engelleyecek bir kanuni dayanak bulunmadığını belirtmiştir. Bu nedenle ret işleminin kanunilik ilkesini karşılamadığına hükmeden Mahkeme, hak ihlalinin tespitine, yeniden yargılama yapılmasına ve başvurucuya manevi tazminat ödenmesine karar vermiştir.[1388]

AYM bir diğer bireysel başvuru kapsamında başvurucunun kişisel sağlık verilerinin doktor olan eşi tarafından görevli olmadığı bir hastanenin elektronik kayıt sistemine izinsiz erişilerek elde edilip boşanma davasında delil olarak kullanılmasına dair şikâyeti üzerine yürütülen ceza soruşturmasının etkisiz olduğu kanaatine vararak, Anayasa'nın 20. maddesi uyarınca güvence altına alınan kişisel verilerin korunmasını isteme hakkının ihlal edildiğine hükmetmiştir. [1389] Mahkeme, Cumhuriyet Başsavcılığı'nın "yakınlık derecesi" gerekçesiyle kovuşturmaya yer olmadığına karar vermesinin olayın tüm yönleriyle aydınlatılmaması, hukuki gerekçelerin yetersizliği ve Devletin pozitif yükümlülüklerinin yerine getirilmemesi

[1387] Anayasa Mahkemesi, E: 2006/167 K: 2008/86 T:20.03.2008.
[1388] Anayasa Mahkemesi, Bireysel Başvuru No 2019/39889 T: 17.07.2024, https://kararlarbilgibankasi.anayasa.gov.tr/BB/2019/39889 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).
[1389] Anayasa Mahkemesi, Başvuru No: 2019/20473 T: 03.02.2022, https://kararlarbilgibankasi.anayasa.gov.tr/BB/2019/20473 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

sebebiyle hak ihlalini ortadan kaldıramadığını belirtmiştir.

Yargıtay kararları da kişisel verilerin koruması uygulamasına ve hukuki altyapısına ışık tutmaktadır. Yargıtay Ceza Genel Kurulu bir kararında[1390], sanığın genel yayın yönetmeni olduğu gazetede çalışan köşe yazarının gazetedeki köşe yazısında kullanılan fotoğrafını, rızası olmaksızın bir arkadaşlık sitesine yüklemesi eyleminin TCK m. 136 kapsamında "kişisel verileri hukuka aykırı olarak yayma" suçu oluşturduğuna karar vermiştir. Yargıtay Ceza Genel Kurulu çoğunluğu, kişisel verilerin korunması ilkesinin geniş yorumlanarak yalnızca gizli verilerle sınırlı olmayacağını, hukuka aykırı şekilde üçüncü kişilerle paylaşılan her türlü kişisel bilginin bu kapsama gireceğini vurgulamıştır.

Yargıtay 4. Hukuk Dairesi bir kararında[1391] bir kişinin rızası dışında kimlik bilgilerinin kullanılarak adına telefon hattı çıkarılması ve bu hattın faturalarının ödenmemesi nedeniyle hakkında icra takibi yapılmasının, kişisel verilerin haksız şekilde ele geçirilmesi ve kullanılması niteliğinde olduğunu ve bu eylemin kişilik haklarına saldırı teşkil ettiğini açıkça belirtmiştir. Yargıtay bu tür durumlarda manevi tazminata hükmedilmesi gerektiğini vurgulamış, yerel mahkemenin bu yönde tazminat talebini reddetmesini hukuka aykırı bularak kararı bozmuştur.

Danıştay 5. Dairesi'nin bir kararında da[1392], kamu kurumlarında personelin mesai takibinin parmak izi tarama sistemiyle yapılmasının hukuka aykırı olduğuna hükmedilmiştir. Kararda, parmak izi gibi biyometrik verilerin kişisel veri niteliği taşıdığı ve bu tür bir uygulamanın Anayasa'nın 20. maddesinde güvence altına alınan özel hayatın gizliliği hakkını ihlal ettiği belirtilmiştir. Her ne kadar uygulama kamu alanında gerçekleşse de kişisel verilerin işlenmesi anlamına geldiği ve özel hayatın gizliliği kapsamında değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca söz konusu veri işlemenin sınırlarını, usul ve esaslarını belirleyen bir kanuni düzenleme bulunmadığı ve toplanan verilerin ileride başka amaçlarla kullanılmayacağına dair hukuki bir güvence sağlanmadığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda Danıştay, söz konusu parmak izi uygulamasının, temel hak ve özgürlüklerin sınırlandırılması bakımından ölçülülük ilkesine aykırı olduğunu belirtmiş; kişisel verilerin ancak kanuni düzenleme ile veya kişinin açık rızasıyla işlenebileceğini vurgulamıştır. Dolayısıyla uygulamanın anayasal ilkelere ve insan haklarına aykırı olduğu sonucuna varılarak hukuka uygunluk bulunmadığına karar verilmiş ve parmak izi ile mesai kontrolü uygulamasının iptali gerektiği belirtilmiştir.

[1390] Yargıtay Ceza Genel Kurulu, E: 2012/12-1510 K: 2014/331 T: 17.06.2014.
[1391] Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E: 2019/979 K: 2019/2679 T: 08.05.2019.
[1392] Danıştay 5. Dairesi, E: 2013/5342 K:2013/9525 T: 10.12.2013.

Danıştay 15. Dairesi'nin bir kararında[1393] ise bir hastanede biyometrik kimlik doğrulaması yaptırmak istemeyen bir kişinin hasta giriş kaydının yapılmaması üzerine açılan davada, bu işlemin dayanağı olan Sağlık Uygulama Tebliği'nin "kimlik tespiti" ve "biyometrik kimlik doğrulama işlemi"ne dair düzenlemelerinin kişisel verilerin korunması hakkını ve özel hayatın gizliliğini ihlal ettiğini belirtmiştir. Daire, bireyin biyometrik verilerinin (parmak izi, iris, yüz tanıma gibi) kişisel veri olduğu ve bu tür verilerin işlenmesinin ancak açık rıza veya kanuni düzenlemeyle mümkün olabileceğini ve bir tebliğ ile bu zorunluluğun getirilmesinin Anayasa'nın 20. maddesiyle bağdaşmadığını vurgulamıştır.

Bu kararlar Türk hukukunda kişisel verilerin korunmasına ve özel niteliklere ilişkin ek koruma gereksinimlerine ilişkin farkındalığın gerek KVKK öncesinde gerekse KVKK sonrasında hem AYM hem de yüksek mahkeme kararlarına yansıyacak ölçüde yerleştiğini göstermektedir. Diğer bir deyişle kişisel veri ve mahremiyet koruması sadece KVKK sonrası oluşan ve prosedürel bazı adımların atılmasından ibaret olan bir koruma değil, daha derin hukuki kökleri olan bir temel hak korumasıdır. KVKK düzenlemeleri incelenirken de hakkın bu niteliği göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim hakkın kökleri KVKK'nın gerekçesinde de karşımıza çıkmakta, KVKK'nın zaten mevcut olan bir hakkın korunmasını ve uygulamasını yeni ve artan veri işleme kanallarının oluşması sebebiyle belirli bir çerçeveye oturttuğu ifade edilmektedir.

1/541 Esas Numaralı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Tasarısı'nın genel gerekçesinde kişisel verinin bireylerin kimliklerini belirli hâle getirmeye yarayan her türlü bilgi olduğu ve bu çerçevede bireylerin kimlik, iletişim, sağlık ve mali bilgileri ile özel hayatları, dinî inançları ve siyasi görüşlerine dair bilgilerin kişisel veri olarak kabul edildiği, günümüzde bu verilerin hem kamu hem de özel sektör tarafından bilişim sistemleri yoluyla otomatik olarak sıkça kullanıldığı, bunun avantajlar sağlamakla birlikte söz konusu verilerin istismar edilmesi riskini artırdığı, kişisel verilerin yetkisiz kişilerce elde edilmesi, kullanılması ve ifşasının hem taraf olunan sözleşmelere hem de Anayasa ile koruma altına alınan temel haklara yönelik ihlallere yol açtığı, kişisel verilerin işlenmesi ve korunmasında bireylerin temel hakları ile verileri kullananların çıkarları arasında makul bir dengenin kurulmasının gerektiği vurgulanmıştır.[1394]

Bununla birlikte gerekçede kişisel verilerin korunmasının ekonomik boyutuna da dikkat çekilerek yabancı sermayenin Türkiye'de yatırım yapabilmesi ve veri aktarımını

[1393] Danıştay 15. Dairesi E: 2014/4562 T:11.09.2014, https://www.istabip.org.tr/icerik/biyometrikyurutmeyidurdurma.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).
[1394] 1/541 Esas Numaralı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Tasarısı.

güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmesi için yasal düzenlemeye ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Günümüzde YZ teknolojileri, toplum yaşamının pek çok alanında etkisini giderek artırmaktadır. Bu teknolojiler, büyük miktarlarda verinin hızlı ve otomatik olarak işlenmesine, analiz edilmesine ve karar süreçlerinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, yukarıda belirtilen genel gerekçede kişisel verilerin korunmasına ilişkin ortaya konan ihtiyaç ve düzenleme gerekçeleri, YZ kullanımının getirdiği yeni zorluklar ve risklerle daha kritik bir boyut kazanmıştır.

4.3.1.2.1 Kişisel Veri ve Mahremiyet Kavramlarının Yapay Zekâ Bağlamında Değerlendirilmesi

YZ, farklı veri setlerinden kişilerin kimliğini belirlemek için karmaşık algoritmalar kullanmakta ve bu süreçte geleneksel kişisel veri tanımının çok ötesine geçebilmektedir. Özellikle yüz tanıma, ses analizi, biyometrik veriler ve genetik verilerin YZ ile analiz edilmesi sonucu elde edilen sonuçlar, bireylerin özel hayatı ve kişisel kimliklerine dair çok daha kapsamlı ve hassas veriler oluşturmaktadır. Kişisel verilerin otomatik yöntemlerle sıkça işlenmesi, verilerin yetkisiz erişim ve istismar riskini de artırmaktadır. YZ'nin devasa veri setleri üzerinde çalışması, bu riskleri katlanarak büyütmektedir. Algoritmik analizler sonucu elde edilen hassas bilgilerin korunamaması, bireylerin mahremiyet hakkını ve temel haklarını ciddi ölçüde tehdit etmektedir. Bu sebeple YZ'nin kişisel veri işleme süreçlerinin, özel ve güçlü hukuki düzenlemelerle sıkı biçimde kontrol edilmesi gerektiği belirtilmektedir.[1395]

Gerekçede, sağlık sektöründe özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesinin hukuki dayanaktan yoksun tutulması nedeniyle ciddi hak ihlallerinin yaşanmakta olduğu hususu da saptanmıştır. Sağlık alanında YZ teknolojilerinin kullanımı, hastalara ilişkin verilerin tahmin, tanı ve tedavi süreçlerinde geniş çaplı analiz edilmesine imkân sağlamaktadır. Ancak bu verilerin YZ teknolojilerinde yeterli düzeyde korunmaması durumunda, AİHM'nin yerleşik içtihatları doğrultusunda ihlal kararlarıyla karşılaşılabilecektir. Yine gerekçede kişisel verilerin korunmasına ilişkin düzenlemelerdeki eksikliklerin, yabancı yatırımlar ve uluslararası ticaret süreçleri açısından caydırıcı bir faktör olarak ortaya çıkmakta olduğu, OECD, Avrupa Konseyi ve AB'nin kişisel verilerin korunmasına yönelik tavsiye, direktif ve düzenlemelerine uyum sağlanmasının önem taşımakta olduğu belirtilmiştir. YZ teknolojilerinin yaygın kullanımıyla birlikte, algoritmik sorumluluk, otomatik karar alma süreçlerinde şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin hukuki düzenlemeler içine dâhil

[1395] a.g.e.

edilmesi ve uluslararası standartlarla uyum sağlanması gerekmektedir.

Kişisel verilerin korunmasını isteme hakkı ile mahremiyet, başlangıçta sıklıkla eşanlamlı kabul edilmiş olsalar da aslında yapısal ve normatif bakımdan birbirini tamamlayan fakat farklı düzlemlerde işleyen iki koruma katmanını temsil etmektedir. AİHS m. 8 özel hayat, aile hayatı, konut ve haberleşmenin dokunulmazlığını teminat altına alarak mahremiyeti uluslararası hukuk düzeyine taşımış, AİHM içtihadı, konut aramasından gizli dinlemeye kadar kişisel veri içermeyen pek çok fiili de mahremiyet ihlali saymıştır.

Kişisel verilerin korunması ise mahremiyetin enformasyonel boyutunu teknik hükümlerle somutlaştıran ayrı bir alt rejimdir. GDPR m. 4(1) kişisel veriyi "kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgi" olarak tanımlayarak düzenlemenin uygulama alanını genişletmiş, veri işleme faaliyetlerini amaçla sınırlılık, veri minimizasyonu, şeffaflık ve güvenlik ilkeleriyle disipline etmiştir. AB Temel Haklar Şartı, mahremiyeti m. 7'de, kişisel verilerin korunmasını ise ek ve müstakil bir hak olarak m. 8'de düzenleyerek iki koruma katmanının hukuken ayrı statüye sahip olduğunu açıkça teyit etmiştir. Avrupa Veri Koruma Denetçisi de mahremiyet ve veri korumasını "ilişkili fakat özerk haklar" şeklinde nitelendirmiştir.[1396]

İfade edilmelidir ki bu ayrım, YZ uygulamaları bağlamında daha da belirginleşmektedir. Büyük veri havuzları üzerinde eğitilen modeller, doğrudan tanımlayıcı bilgi işlemese dahi istatistiksel çıkarımlar yoluyla bireylerin sağlık durumu, siyasi eğilimi veya cinsel yönelimi gibi hassas niteliklerini tahmin edebilmekte böylece verinin kişisel olup olmamasından bağımsız olarak mahremiyet hakkını zedeleyebilmektedir. Öte yandan veri koruma hukuku, işlenen bilginin "kişisel veri" statüsünde olup olmadığına göre otomatik olarak devreye girmektedir. YZT'de risk-temelli bir mimari benimseyerek yüz tanıma ve geniş ölçekli biyometrik gözetim gibi mahremiyet-yoğun uygulamaları yüksek risk kategorisine yerleştirmiş ve hatta bazılarını yasaklanmış uygulamalar arasında saymış ve sıkı kısıtlamalar öngörmüştür. Neticede mahremiyet, bireyin özel yaşamını koruyan geniş bir temel hak, kişisel verilerin korunması ise bu hakkın dijital/enformasyonel bileşenini ayrıntılı işlem kurallarıyla güvenceye alan özel bir rejimdir. YZ çağında kişisel veri koruması, mahremiyet için vazgeçilmez olmakla birlikte tek başına yeterli değildir, bireyin dijital özerkliğini etkin bir biçimde koruyabilmek için her iki katmanın da bütüncül bir anlayışla uygulanması zorunludur.

[1396] European Data Protection Supervisor, "Data Protection", https://www.edps.europa.eu/data-protection/data-protection_en (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

4.3.1.3 Yapay Zekâ Teknolojilerinin KVKK Kapsamında Değerlendirilmesi

4.3.1.3.1 KVKK'nın Amacı ve Kapsamı Doğrultusunda Yapay Zekâ Tabanlı Kişisel Veri İşleme Faaliyetleri

KVKK kişisel verilerin işlenmesinde bireyin temel hak ve özgürlüklerini korumayı ve veri işleyen aktörlerin yükümlülüklerini düzenlemeyi amaçlamaktadır. KVKK'nın 1. maddesine göre kişisel verilerin işlenmesinde "özel hayatın gizliliği" ilkesinin korunması ve temel hak ve özgürlüklerin güvence altına alınması önceliklidir. Öte yandan KVKK'nın 2. maddesine göre kanunun hükümleri kişisel verileri işlenen gerçek kişiler ile bu verileri tamamen veya kısmen otomatik olan ya da herhangi bir "veri kayıt sisteminin" parçası olmak kaydıyla otomatik olmayan yollarla işleyen gerçek ve tüzel kişiler hakkında uygulanacaktır. Veri kayıt sistemi ise KVKK'nın 3. maddesinin birinci fıkrasının h bendinde "kişisel verilerin belirli kriterlere göre yapılandırılarak işlendiği kayıt sistemi" şeklinde tanımlanmıştır.

KVKK, kamu idareleri ile özel sektör kuruluşları arasında bir ayrım öngörmemekte; belirlediği usul ve esaslar bütün kurum ve kuruluşlar bakımından geçerliliğini korumaktadır. Bu nedenle, kamu otoritelerinin gerçekleştirdiği kişisel veri işleme faaliyetleri de dâhil olmak üzere, tüm işlemler KVKK hükümlerine tabidir.[1397] Dolayısıyla gerek kamusal gerekse özel sektöre ait YZ uygulamalarınca işlenen ve kimliği belirli veya belirlenebilir bir gerçek kişiye ilişkin olan verilerin KVKK kapsamında olacağı ifade edilmelidir.

KVKK'nın koruma alanı, yalnızca gerçek kişilere ilişkin kişisel verileri kapsamaktadır, tüzel kişilere ait veriler kural olarak bu güvenceye dâhil değildir. Ancak tüzel kişiye ait bir bilginin işlenmesi, doğrudan ya da dolaylı olarak bir veya birden fazla gerçek kişinin kimliğinin belirlenmesine imkân tanıyorsa, söz konusu veriler de KVKK'nın sağladığı korumadan yararlanması mümkündür. Böyle bir durumda esasen korunan varlık yine gerçek kişilere dair kişisel verilerdir. KVKK kişisel verilerin "kısmen veya tamamen otomatik yollarla" ya da "herhangi bir veri kayıt sisteminin parçası olmak kaydıyla otomatik olmayan yollarla" işlenmesi arasında bir ayrım yapmamaktadır. Buna göre kişisel verilere erişimi kolaylaştıracak şekilde belirli bir kritere göre düzenlenmiş her türlü kayıt sistemi KVKK kapsamına girmektedir.

Ülkemizin de tarafı olduğu 108 sayılı Sözleşme kapsamında "otomatik işlem"; "tamamen veya kısmen otomatik yöntemlerle gerçekleştirilen; verilerin kaydı, bu verilere mantıksal ve/veya aritmetik işlemlerin uygulanması, verilerin değiştirilmesi, silinmesi, geri

[1397] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanununun Amacı ve Kapsamı", s. 3-5.

elde edilmesi veya dağıtılması" şeklinde tanımlanmıştır. Güncel uygulamada kişisel verilerin büyük bölümünün otomatik yöntemlerle işlendiği, daha önce manuel yöntemlerle tutulan kayıtların ise hızla dijital ortama aktarıldığı görülmektedir. Bu gerçeklik dikkate alınarak tamamen ya da kısmen otomatik işlenen veriler ile bir veri kayıt sisteminin parçası olmak şartıyla otomatik olmayan yollarla işlenen tüm veriler KVKK tarafından korunmaktadır. Dolayısıyla otomatik olmayan yöntemlerle işlenen verilerin tamamı kapsam dışı bırakılmamıştır, belirleyici unsur ilgili verilerin sistematik bir kayıt düzenine dâhil olup olmadığıdır. Örneğin kişilerin ad ve soyadlarının herhangi bir ölçüte bağlı olmadan rastgele şekilde bir kâğıda yazılması KVKK'nın uygulama alanına girmez. Buna karşılık aynı isimlerin belirli bir kritere göre sıralanarak kaydedilmesi -örneğin alfabetik veya mesleki sınıflandırma yapılması- söz konusu verileri KVKK kapsamına sokacaktır.[1398] KVKK tüzel kişilere ait verileri kural olarak koruma altına almamakla birlikte böyle bir verinin işlenmesi sonucu bir veya birden fazla gerçek kişinin kimliğinin doğrudan ya da dolaylı olarak ortaya çıkması ihtimali söz konusuysa, ilgili veri de kanun kapsamındaki korumadan yararlanacaktır. Buna karşılık anonim hâle getirilmiş yahut geri döndürülemeyecek ölçüde anonimleştirilmiş veriler KVKK bakımından kişisel veri niteliğini haiz olmadığından bunlar üzerinde gerçekleştirilen işlemler Kanun çerçevesinde değerlendirilmeyecektir.

Bu çerçevede YZ teknolojilerinin kişisel veri işleme faaliyetleri de kural olarak KVKK hükümlerine tabi olup KVKK YZ ile veri işlenmesini yasaklayan bir düzenleme içermemektedir. Kanun'un dışına çıkan istisnaî hâller, yalnızca gerçek kişiyi tanımaya elverişli hiçbir unsur taşımayan anonim veriler veya veri kayıt sisteminin parçası olmayan dağınık manuel kayıtlarla sınırlıdır. Bu sebeple YZ'nin kişisel veri işleme faaliyetleri kapsamında yer alan tüm aktörlerin KVKK'nın başta genel ilkeleri ile sair hükümlerine ve Kurum'un yayımladığı rehberlerde öngörülen ilkelere titizlikle riayet etmesi gerekmektedir.

KVKK kurallarına uygun davranması gereken aktörler veriye temas eden tüm kişiler değil kural olarak KVKK kapsamında veri sorumlusu ya da veri işleyen olan kişilerdir. KVKK uyarınca temel sorumlu veri sorumlularıdır. Veri sorumlusu KVKK m. 3(ı)'da veri işleme amaçlarını ve vasıtalarını belirleyen, veri kayıt sisteminin kurulmasından ve yönetilmesinden sorumlu gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanmıştır. Veri işleyen ise veri sorumlusunun verdiği yetkiye dayanarak onun adına veri işleyen gerçek veya tüzel kişiyi ifade etmektedir. YZ teknolojilerinde bu iki rol, uygulamanın tasarlanması, geliştirilmesi, işletilmesi ve bakım süreçlerinde birden fazla aktör arasında bölüşülebilmekte ve bu durum,

[1398] a.g.e.

sorumluluğu paylaştırmayı ve denetlemeyi zorlaştırabilmektedir. Veri sorumlusunun tespiti için "kişisel verilerin toplanması ve toplama yöntemi, toplanacak kişisel veri türleri, toplanan verilerin hangi amaçlarla kullanılacağı, hangi bireylerin kişisel verilerinin toplanacağı, toplanan verilerin paylaşılıp paylaşılmayacağı, paylaşılacaksa kiminle paylaşılacağı, verilerin ne kadar süreyle saklanacağı" hususlarında karar verilip verilmediği hususu önem taşımaktadır.[1399]

4.3.1.3.2 Veri İşlemenin Amacının Tespiti ve Genel Veri Koruma İlkeleri

GDPR, KVKK ve uluslararası diğer düzenleyici metinler, veri koruma çerçevesinde çeşitli ilkelere vurgu yapmaktadır. Bu ilkeler YZ teknolojilerinde kişisel verilerin işlenmesi yönünden yalnızca teknik düzeyde değil, yönetişim ve etik bağlamında da büyük önemi haizdir. KVKK'nın 4. maddesinde öngörülen "hukuka ve dürüstlük kurallarına uygun olma", "doğru ve gerektiğinde güncel olma", "belirli, açık ve meşru amaçlar için işlenme" ve "işlendikleri amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olma" ilkeleri, YZ uygulamalarında zaman zaman ihlâl edilme riski altındadır.[1400] Zira makine öğrenmesi algoritmaları, çoğunlukla toplanan verileri çeşitli öngörü, tahmin ve karar süreçlerinde çoklu amaçlarla kullanabilmektedir. Veri işleme amacı ve kapsamı ilk başta net tanımlanmamışsa veya zamanla genişletilmişse, "amaçla sınırlı olma" ilkesine uygunluk tehlikeye girebilir. YZ geliştiricileri de (modelin tasarımından gerçek-zamanlı tahminlere kadar) her aşamada bu ilkelere uymakla yükümlüdür.[1401]

Kişisel verilerin işlenmesinde "hukuka ve dürüstlük kuralına uygunluk" ilkesi, veri sorumlusunun faaliyetlerini tüm kanunî hükümler ve ilgili düzenlemeler çerçevesinde yürütmesini zorunlu kılmaktadır.[1402] Bu bağlamda veri sorumlusu, amaçlarına ulaşırken ilgili kişinin menfaatlerini ve makul beklentilerini gözetmek durumundadır, ilgili kişinin öngöremeyeceği yahut öngörmesine gerek olmayan sonuçların doğmasını engelleyecek bir tutum takınmalıdır. Söz konusu ilke, ayrıca veri işleme sürecinin ilgili kişi bakımından şeffaf olmasını ve veri sorumlusunun aydınlatma yükümlülüğünü de usulüne uygun şekilde yerine getirmesini gerektirmektedir.

[1399] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Veri Sorumlusu ve Veri İşleyen", s. 2, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/31d9c444-27a5-4a75-95b1-1ca9bdb81ea5.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1400] Turgut Bilgiç, Ezgi, "Genel Veri Koruma İlkelerinin Yapay Zekâ Karşısında Uygulanabilirliği Sorunu", Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, YOK (57), 2024, s. 249.

[1401] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1402] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Kişisel Verilerin Korunması Kanununa İlişkin Uygulama Rehberi", s. 61, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/41784a70-2bac-4e4a-830f-35c628468646.PDF#page=31.25 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

YZ projelerinde ve model geliştirme süreçlerinde verinin elde edilmesi ve aktarılması süreçlerinde çoğu zaman birden fazla aktör (yazılım geliştiriciler, hizmet sağlayıcılar vb.) yer almaktadır. Bu durum, hangi aşamada kimin veri sorumlusu veya veri işleyen konumunda olduğunu belirsiz hâle getirerek hukuka uygunluk denetimini güçleştirebilecektir. Yine makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı uygulamalar, kendi kendine öğrenme kabiliyetine sahip olduğundan, sürekli güncellenen model parametreleri, hukuki denetimin statik kalmasına neden olabilecek ve YZ sisteminin kararlarını yönlendiren süreçlerin tam olarak açıklanmasını engelleyebilecektir.

KVKK, kişisel verilerin doğru ve gerektiğinde güncel tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Veri sorumlusu özellikle bu verilere dayanarak sonuç doğurucu işlem yapıyorsa aktif özen göstermek, aksi hâllerde ise doğrulama-güncelleme kanallarını sürekli açık tutmak zorundadır. Yanlış veya eski veriler tebligatın ulaşmaması, kredi değerlendirmesinin hatalı yapılması gibi maddi-manevî zararlara yol açabilecektir.[1403] Bu nedenle veri sorumlusu, verilerin toplandığı kaynağı belirlemeli ve doğruluğunu kontrol etmeli; hatalı verilerle ilgili başvuruları hızla değerlendirerek uygun teknik ve idarî tedbirleri almalıdır. Böylece hem ilgili kişinin hakları korunmuş hem de veri sorumlusu hukuka uygun işlem yapmış olacaktır. Ancak YZ tarafından kullanılan veri setleri kamuya açık veya üçüncü taraf kaynaklardan elde edildiğinde, hatalı veya güncel olmayan kayıtlarla karşılaşılabilecektir. Yine veri etiketleme sürecindeki insan hataları veya sistematik önyargılar, modelin öğrenme sürecini olumsuz etkileyerek belirli demografik grupların yanlış değerlendirilmesine yol açabilecektir.

Belirli, açık ve meşru amaçlar için işlenme ilkesi doğrultusunda veri işleme sürecinin başında, verinin hangi amaçlarla toplanacağı, nasıl analiz edileceği ve sonuçların nasıl kullanılacağına ilişkin açık ve anlaşılır bir çerçeve belirlenmelidir. Bununla birlikte amaçla bağlantılı, sınırlı ve ölçülü olma prensibine göre ise kişisel veriler, yalnızca belirlenen amaçları gerçekleştirmeye elverişli ve bu amaçlarla doğrudan bağlantılı ölçüde işlenmeli ve amaçla ilgisiz veya gereksiz verilerin işlenmesinden kaçınılmalıdır. İleride doğabileceği varsayılan gereksinimler için veri toplanması, ayrı bir kişisel veri işleme faaliyeti sayılacağından, bu durumda KVKK'nın 5 ve 6. maddelerinde öngörülen işleme şartlarından biri mutlaka mevcut olmalıdır.[1404] İşlenen veri, maksadı gerçekleştirmek için zorunlu olanlarla sınırlı tutulmalıdır. Gereğinden fazla veri işlenmesi sınırlı olma ilkesini ihlâl edecektir. Öte yandan ölçülülük ilkesi, veri işleme faaliyeti ile güdülen amaç arasında makul bir denge

[1403] a.g.e., s. 64.
[1404] a.g.e., ss. 66-67.

kurulmasını ifade eder. Ölçülülük, veri işleme ile gerçekleştirilmesi istenen amaç arasında makul bir dengenin kurulması, diğer bir deyişle veri işlemenin, amacı gerçekleştirecek ölçüde olması demektir. Buna göre veri işleme faaliyeti, hedefi yerine getirecek asgari seviyede tutulmalıdır. Örneğin kredi kartı başvurusu yapan bir kişiden sosyal hayatına ilişkin tercihlerinin talep edilmesi, bu ilkeye aykırı olacaktır.[1405]

YZ sistem ve modelleri, verileri birden çok aşamada işleyip farklı alt amaçlar için kullanabileceğinden (ön işleme, model eğitimi, doğrulama, vb.), amaç tanımlamaları yetersiz veya muğlaksa, veri işleme faaliyetinin amacı genişletilebilecek, yasal anlamda amaçla sınırlı olma yükümlülüğünün ihlali riski doğabilecektir. Aynı şekilde YZ'nin daha yüksek doğruluk için daha fazla veri kullanma eğiliminde olması, çok farklı kaynaklardan (sosyal medya, sensörler, çevrimiçi kayıtlar vb.) veri kullanarak analiz yapması, büyük veri kullanımı, anonim verilere ek veri katmanları eklenerek bireylerin yeniden tanımlanmasının (re-identification) mümkün hâle gelmesi gibi durumlar, YZ'nin kişisel veri işleme faaliyetlerinde anılan ilkeye daha dikkatli şekilde riayet edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda ifade edilmelidir ki KVKK'nın genel ilkeleri çerçevesinde YZ tabanlı kişisel veri işleme faaliyetlerinin sınırları açıkça belirlenmeli ve bu faaliyetlerde asgari veri işleme ilkesine riayet edilmelidir. Şeffaflık, hesap verebilirlik ve veri güvenliği güçlendirilmelidir ve YZ'nin geliştirilme aşamasında "tasarımda mahremiyet" (privacy by design) yaklaşımı benimsenmelidir. Buna paralel olarak, Kanun'un genel ilkelerine uyum bakımından veri sorumlularının her model sürümünde genel ilkelerdeki amaçla sınırlılık, belirlilik, ölçülülük gibi esaslara dayalı amaç uyumluluk testleri yürütmesi faydalı olacaktır. Böylelikle verilerin ilk toplanma amacının dışına çıkmayan ve ilgili kişinin makul beklentilerini aşmayan ek kullanımlar bakımından yeniden rıza aranmaksızın veri işlenmesi mümkün hâle gelebilecektir.

4.3.1.3.3 Veri İşleme Şartlarının Belirlenmesi

KVKK'nın kişisel verilerin işlenme şartlarını düzenleyen 5'inci maddesi "(1) Kişisel veriler ilgili kişinin açık rızası olmaksızın işlenemez. (2) Aşağıdaki şartlardan birinin varlığı hâlinde, ilgili kişinin açık rızası aranmaksızın kişisel verilerinin işlenmesi mümkündür: a) Kanunlarda açıkça öngörülmesi. b) Fiili imkânsızlık nedeniyle rızasını açıklayamayacak durumda bulunan veya rızasına hukuki geçerlilik tanınmayan kişinin kendisinin ya da bir başkasının hayatı veya beden bütünlüğünün korunması için zorunlu olması. c) Bir

[1405] a.g.e., s. 67.

sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olması kaydıyla, sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesinin gerekli olması. ç) Veri sorumlusunun hukuki yükümlülüğünü yerine getirebilmesi için zorunlu olması. d) İlgili kişinin kendisi tarafından alenileştirilmiş olması. e) Bir hakkın tesisi, kullanılması veya korunması için veri işlemenin zorunlu olması. f) İlgili kişinin temel hak ve özgürlüklerine zarar vermemek kaydıyla, veri sorumlusunun meşru menfaatleri için veri işlenmesinin zorunlu olması." hükmünü haizdir.

KVKK'nın "Özel nitelikli kişisel verilerin işlenme şartları" başlıklı 6. maddesi ise; "(1) Kişilerin ırkı, etnik kökeni, siyasi düşüncesi, felsefi inancı, dini, mezhebi veya diğer inançları, kılık ve kıyafeti, dernek, vakıf ya da sendika üyeliği, sağlığı, cinsel hayatı, ceza mahkûmiyeti ve güvenlik tedbirleriyle ilgili verileri ile biyometrik ve genetik verileri özel nitelikli kişisel veridir. (…) (3) Özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesi yasaktır. Ancak bu verilerin işlenmesi; a) İlgili kişinin açık rızasının olması, b) Kanunlarda açıkça öngörülmesi, c) Fiili imkânsızlık nedeniyle rızasını açıklayamayacak durumda bulunan veya rızasına hukuki geçerlilik tanınmayan kişinin, kendisinin ya da bir başkasının hayatı veya beden bütünlüğünün korunması için zorunlu olması, ç) İlgili kişinin alenileştirdiği kişisel verilere ilişkin ve alenileştirme iradesine uygun olması, d) Bir hakkın tesisi, kullanılması veya korunması için zorunlu olması, e) Sır saklama yükümlülüğü altında bulunan kişiler veya yetkili kurum ve kuruluşlarca, kamu sağlığının korunması, koruyucu hekimlik, tıbbi teşhis, tedavi ve bakım hizmetlerinin yürütülmesi ile sağlık hizmetlerinin planlanması, yönetimi ve finansmanı amacıyla gerekli olması, f) İstihdam, iş sağlığı ve güvenliği, sosyal güvenlik, sosyal hizmetler ve sosyal yardım alanlarındaki hukuki yükümlülüklerin yerine getirilmesi için zorunlu olması, g) Siyasi, felsefi, dini veya sendikal amaçlarla kurulan vakıf, dernek ve diğer kâr amacı gütmeyen kuruluş ya da oluşumların, tâbi oldukları mevzuata ve amaçlarına uygun olmak, faaliyet alanlarıyla sınırlı olmak ve üçüncü kişilere açıklanmamak kaydıyla; mevcut veya eski üyelerine ve mensuplarına veyahut bu kuruluş ve oluşumlarla düzenli olarak temasta olan kişilere yönelik olması, halinde mümkündür. (4) Özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesinde, ayrıca Kurul tarafından belirlenen yeterli önlemlerin alınması şarttır." hükmünü amirdir. Bu maddede yere alan işleme şartları ve bu şartlara dayanılabilecek örnek kişisel veri işleme faaliyetleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 13. Özel Nitelikli Kişisel Verilerin İşlenme Şartları

İşleme Şartı	**İlgili Rehberde Yer Alan Örnek[1406]**
İlgili kişinin bilgilendirilmeye dayanan, özgür iradeyle ve belirli konuya ilişkin rızası	-
Kanunlarda açıkça öngörülmesi	5490 sayılı Nüfus Hizmetleri Kanunu gereği, ilgili kişiye pasaport ya da sürücü belgesi tahsis edilmesi esnasında nüfus müdürlüklerince ilgili kişinin parmak izinin alınması ile gerçekleştirilen kişisel veri işleme faaliyeti,
Fiili imkânsızlık nedeniyle rızasını açıklayamayacak durumda bulunan veya rızasına hukuki geçerlilik tanınmayan kişinin kendisinin ya da bir başkasının hayatı veya beden bütünlüğünün korunması için zorunlu olması	Deprem nedeniyle enkaz altında kalan ve bilinci yerinde olmayan bir kişinin daha önce geçirmiş olduğu hastalıklar ve kan grubuna ilişkin bilginin, kişinin yakınları tarafından sağlık görevlisi olmayan kurtarma ve ilk yardım ekipleri ile paylaşılması,
İlgili kişinin alenileştirdiği kişisel verilere ilişkin ve alenileştirme iradesine uygun olması	Bir gerçek kişi tarafından acil durumlarda kullanılmak üzere, "kan grubu" bilgisinin sürücüsü olduğu motorlu taşıtın ya da bisikletinin herkes tarafından görülebilir bir bölümüne yazdırılması halinde, bu kişisel verinin ancak ilgili kişinin alenileştirme iradesi ve amacı doğrultusunda acil durumların varlığı halinde işlenebilmesi,
Bir hakkın tesisi, kullanılması veya korunması için zorunlu olması	Çalışanların maaş ödemelerinde eş ve çocuklarına ait engellilik veya sağlık bilgileri gibi özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesinin zorunluluk arz ettiği durumlarda, işveren tarafından bu verilerin işlenmesi,
Sır saklama yükümlülüğü altında bulunan kişiler veya yetkili kurum ve kuruluşlarca, kamu sağlığının korunması, koruyucu hekimlik, tıbbi teşhis, tedavi ve bakım hizmetlerinin yürütülmesi ile sağlık hizmetlerinin planlanması, yönetimi ve finansmanı amacıyla gerekli olması	Devlet politikası gereği yapılması zorunlu tutulan çocukluk çağı aşılarının aile hekimleri tarafından takip edilmesi, sır saklama yükümlülüğü altında bulunan kişiler veya yetkili kurum ve kuruluşlarca, kamu sağlığının korunması amacıyla özel nitelikli kişisel veri niteliğini haiz sağlık verilerinin işlenmesi,
İstihdam, iş sağlığı ve güvenliği, sosyal güvenlik, sosyal hizmetler ve sosyal yardım alanlarındaki hukuki yükümlülüklerin yerine getirilmesi için zorunlu olması	4857 sayılı İş Kanunu'nun 75'inci maddesi çerçevesinde işverenin çalışana ait özlük dosyası düzenleme yükümlülüğü gereğince özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesi,
Siyasi, felsefi, dini veya sendikal amaçlarla kurulan vakıf, dernek ve diğer kâr amacı gütmeyen kuruluş ya da oluşumların, tâbi oldukları mevzuata ve amaçlarına uygun olmak, faaliyet alanlarıyla sınırlı olmak ve üçüncü kişilere açıklanmamak kaydıyla; mevcut veya eski üyelerine ve mensuplarına veyahut bu kuruluş ve oluşumlarla düzenli olarak temasta olan kişilere yönelik olması	Çalıştığı üretim işletmesinde iş kazası geçiren kişinin bağlı olduğu sendikanın, üyelerinin iş sağlığı ve güvenliğinin korunması kapsamında sürecin takibi için işçinin sağlık verilerini işlemesi,

[1406] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, *"Özel Nitelikli Kişisel Verilerin İşlenmesine İlişkin Rehber"*, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/70f95c73-06a2-44dc-81e9-34201bdd7f5c.pdf (Erişim Tarihi: 25.10.2025).

KVKK m. 6(4)'te bahis konusu edilen "Kurul tarafından belirlenen yeterli önlemler" ise "Özel Nitelikli Kişisel Verilerin İşlenmesinde Veri Sorumlularınca Alınması Gereken Yeterli Önlemler" ile ilgili Kişisel Verileri Koruma Kurulunun 31.01.2018 tarihli ve 2018/10 sayılı Kararı'nda özetle; özel nitelikli veriler için ayrı bir veri güvenliği politikası oluşturulması, çalışanlara gizlilik ve veri güvenliği eğitimi verilmesi, verilerin işlendiği elektronik ve fiziksel ortamlarda uygun teknik ve fiziksel güvenlik önlemlerinin alınması, veri aktarım süreçlerinde güvenli yöntemlerin tercih edilmesi ve tüm bu süreçlerde Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından yayımlanan Kişisel Veri Güvenliği Rehberi'ndeki teknik ve idari tedbirlerin de dikkate alınması şekilde belirtilmiştir.

Biyometrik veriler, GDPR'da yer alan kapsamlı tanıma paralel olarak, bir gerçek kişinin yüz görüntüsü, parmak izi, iris veya yürüyüş biçimi gibi fiziksel, fizyolojik yahut davranışsal özelliklerini spesifik teknik işlemlerle ortaya çıkararak kişinin kimliğini benzersiz biçimde teşhis eden veya doğrulayan özel nitelikli kişisel verilerdir.[1407] Bu veriler çoğu zaman ömür boyu değişmeyen, unutulması mümkün olmayan, müdahale gerektirmeksizin bireye içkin olan dolayısıyla kişiler arasındaki ayırt ediciliği en yüksek seviyede sağlayan türde olduklarından mutlaka ilave önlemler ile korunmalıdır.

"Belediyede memur olarak görev yapan ilgili kişinin, veri sorumlusu bünyesinde işe giriş çıkış takibinin biyometrik veri işlenerek yapılması" hakkında 01.12.2020 tarihli ve 2020/915 sayılı Kurul Karar Özeti'nde;

"(…) Özel nitelikli kişisel veriler arasında yer alan biyometrik veri tanımına Kanunda yer verilmemekle birlikte, 25.05.2018 tarihinde yürürlüğe giren Avrupa Genel Veri Koruma Tüzüğünde (GDPR) biyometrik verinin; 'yüz görüntüleri veya daktiloskopik veriler gibi bir gerçek kişinin özgün bir şekilde teşhis edilmesini sağlayan veya teyit eden fiziksel, fizyolojik veya davranışsal özelliklerine ilişkin olarak spesifik teknik işlemeden kaynaklanan kişisel veriler' olarak tanımlandığı, (…) işe giriş çıkışlarda personelin parmak izinin taranması suretiyle kişilerin kimlik doğrulamasının yapılması hususunda adı geçen veri sorumlusunun özel nitelikli kişisel veri niteliğindeki biyometrik veri işleme faaliyetinde bulunduğu (…),

Danıştay 5. Dairenin 2013/5342 E. ve 2013/9525 K. sayılı Kararında (…) uygulamanın sınırlarını usul ve esaslarını gösteren bir yasal dayanağının bulunmaması, toplanan verilerin ileride başka bir şekilde kullanılamayacağına dair bir güvencenin mevcut olmaması göz önüne alındığında, (…) hukuka uyarlık, davanın reddi yolunda verilen İdare

[1407] Danıştay 15. Dairesi, E: 2014/1150 T: 08.07.2014.

Mahkemesi kararında hukuki isabet bulunmadığı anlaşılmıştır. (…) bu kapsamda veri sorumlusu bünyesinde mesai kontrolü amaçlı giriş ve çıkışlar için parmak izi okutma sisteminin kurulmasının Kanunun 'Genel İlkeler' başlıklı 4'üncü maddesinin (ç) bendindeki ölçülülük ilkesine aykırı olduğu kanaatine varıldığı ve veri sorumlusunun söz konusu uygulamasının Kanunun 12'nci maddesinin (1) numaralı fıkrasının (a) bendine aykırılık teşkil ettiği (…)"

değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Yine benzer nitelikte Kişisel Verileri Koruma Kurumunun internet sitesinde yayımlanan "Veri sorumlusu tarafından iş yerinde güvenlik kamerası vasıtasıyla ve işe giriş-çıkışlarda yüz tanıma sistemi kullanılması suretiyle kişisel verilerin hukuka aykırı işlenmesi" hakkında Kurulun 04.08.2022 tarih ve 2022/797 sayılı Karar Özeti'nde;

"(…) yüz tanıma sistemleri vasıtasıyla gerçekleştirilen biyometrik veri işleme faaliyetinin Kanun'un 6'ncı maddesine göre açık rıza veya kanunda öngörülen hallerde işlenmesinin mümkün olduğu, (…) Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında rızanın; 'Tanımlar' başlıklı 3'üncü maddenin (1) numaralı fıkrasının (a) bendinde 'Belirli bir konuya ilişkin, bilgilendirmeye dayanan ve özgür iradeyle açıklanan rıza' şeklinde tanımlandığı, dolayısıyla, rızanın, ilgili kişinin kendisiyle ilgili veri işlenmesine, özgürce, konuyla ilgili yeterli bilgi sahibi olarak, tereddüde yer bırakmayacak açıklıkta ve sadece o işlemle sınırlı olarak verdiği onay beyanı olduğu, (…) açık rızanın özgür irade ile verilmiş olmasının ilgili kişilerin verileri üzerinde kontrol hakkı ve gerçek bir seçim hakkının tanınmış olması ile sağlandığı, özgür iradenin, dışarıdan gelen hiçbir sosyal, ekonomik, psikolojik veya bunlar dışındaki herhangi bir baskı altında kalmadan, kararını ayırt etme gücüne sahip iken ve serbest iradesiyle verebilmesi anlamına geldiği (…), çalışana rıza göstermeme imkanının etkin bir biçimde sunulmadığı durumlarda gerçek bir seçeneğe sahip olunduğunu söylemenin mümkün olmayacağı"

değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Bununla birlikte biyometrik veri işleme hususlarının açıklığa kavuşturulabilmesi için Kanunun 6'ncı maddesinde özel nitelikli kişisel veri olarak sayılan biyometrik veri işlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken hususlara ilişkin "Biyometrik Verilerin İşlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlara İlişkin Rehber" (Rehber) hazırlanmış olup diğer Rehberlerle birlikte Kişisel Verileri Koruma Kurumunun internet sitesinde

yayımlanmıştır[1408]. Veri sorumlularının KVKK, ikincil düzenlemeler, Kurul Kararları ve rehberlerdeki veri güvenliği tedbirlerine ilaveten biyometrik veri işleme hususunda asgari olarak Rehberdeki tedbirleri de alması gerekmektedir. Bu doğrultuda Rehber'e göre veri sorumlusu, Kanunun 4. maddesinde yer alan genel ilkelere ve 6. maddesinde düzenlenen şartlara uygun bir şekilde, ancak aşağıda yer alan ilkeler doğrultusunda biyometrik verileri işleyebilecektir.

"1. Temel hak ve özgürlüklerin özüne dokunmaması,

2. Başvurulan yöntemin işleme amacına ulaşılabilmesi bakımından elverişli olması, veri işleme faaliyetinin ulaşılmak istenen amaç için uygun olması,

3. Biyometrik veri işleme yönteminin ulaşılmak istenen amaç bakımından gerekli olması,

4. Veri işlemeyle ulaşılmak istenilen amaç ve aracın arasında orantı bulunması,

5. Gerektiği süre kadar tutulması, gereklilik ortadan kalktıktan sonra söz konusu verilerin gecikmeksizin/derhal imha edilmesi,

6. İşleme amacı doğrultusunda sınırlı olmak üzere; veri sorumlularının Kanunun 10. maddesine uygun bir biçimde aydınlatma yükümlülüğünü yerine getirmesi,

7. Açık rızanın gerekmesi halinde ilgili kişilerin açık rızalarının Kanuna uygun şekilde alınmış olması".

Belirtilmelidir ki sağlık verileri gibi hassas nitelikli kişisel veriler internet ortamında açık ağlarda kullanılmamalı, bu veriler kapalı devre sunucularda saklanmalı ve veri kayıt sistemleri kötüye kullanım ile siber saldırılara karşı güvenli hâle getirilmelidir.[1409] Ayrıca yine sağlık hizmetlerinde veri miktarının çok hızlı artması nedeniyle (örneğin bir kişinin genom verisi 1 TB saklama alanı gerektirebilmektedir) mevcut altyapının veriyi depolamada ve işleyebilmede yetersiz kalma riski dikkat çekmektedir.[1410] Burada da Genom gibi devasa boyutta verilerin işlenmesi ve saklanabilmesi için yeni veri merkezleri (örn. SAVEM Projesi) ve depolama çözümleri kurulması önerileri karşımıza çıkmaktadır.[1411]

Öte yandan bir temel hak ve özgürlük olan kişisel verilerin korunmasını isteme

[1408] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Biyometrik Verilerin İşlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlara İlişkin Rehber", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/bd06f5f4-e8cc-487e-abe1-d32dc18e2d7e.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).; Bununla birlikte bkz. Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Genetik Verilerin İşlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlara İlişkin Rehber", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/703442e0-690c-4618-91c3-83e7583170ca.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1409] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1410] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1411] a.g.e.

hakkının sınırlandırılması ancak Anayasanın 13. maddesine uygun bir şekilde gerçekleştirilecektir. Anayasa'nın 13. maddesinden anlaşıldığı üzere, bir temel hak ve özgürlüğün sınırlandırılmasının söz konusu olduğu hallerde hakkın özüne dokunulmaması ve sınırlamanın Anayasanın sözüne, ruhuna, demokratik toplum düzenine, laik Cumhuriyetin gerekleri ile ölçülülük ilkesine aykırı olmaması gerekmektedir. AYM'nin 28.09.2017 tarihli ve 2016/125 E. 2017/143 K. sayılı kararında da ölçülülük ilkesinin değerlendirilmesi, temel hak ve özgürlüklere yönelik herhangi bir sınırlamanın başvurulabilecek en son çare ya da alınabilecek en son önlem olarak temel haklara en az müdahaleye olanak veren ölçülü bir sınırlama niteliğinde olup olmadığının incelenmesinin gerekliliği hususlarına yer verilmiştir.[1412] Bu açıklamalar çerçevesinde, YZ tarafından gerçekleştirilen veri işleme faaliyetlerinin hukuka uygun şeklinde değerlendirilebilmesi için Anayasada belirtilen temel hak ve özgürlüklerin sınırlanmasında gözetilmesi gereken ilkelere uygun olması gerekmektedir.

4.3.1.3.4 Veri İşleme Şartları Bakımından Karşılaşılabilecek Olası Problemler

Anayasa'nın 20. maddesinin üçüncü fırkasında da yer alan açık rıza, KVKK'nın 3. Maddesinin birinci fıkrasında "belirli bir konuya ilişkin, bilgilendirilmeye dayanan ve özgür iradeyle açıklanan rıza" şeklinde tanımlanmıştır. Açık rıza KVKK'da hem özel nitelikli kişisel veriler hem de özel nitelikli olmayan kişisel veriler bakımından hukuka uygunluk sebeplerinden bir tanesi olarak kabul edilmiştir.[1413] KVKK bağlamında açık rıza, ilgili kişinin kendi kişisel verilerinin işlenmesine dair iradesini serbestçe ve aydınlatılmış şekilde ortaya koyduğu muvafakati ifade etmektedir. Bu onay, veri sorumlusuna hangi verilerin, ne kapsamda ve hangi yöntemle işlenebileceği konusunda hukuka uygun bir çerçeve sunmakta ve dolayısıyla kişi, açık rızasıyla kendi kişisel verilerine ilişkin tasarruf yetkisini somutlaştırmış olmaktadır. Ancak, açık rızanın alındığını ve koşullarını ispat yükü veri sorumlusuna aittir. Bu koşullar bağlamında YZ'nin kişisel veri işleme süreçlerine ilişkin;

- ilgili kişiye hangi verinin hangi işlem aşamasında nasıl kullanılacağı konusunda net bir açıklama yapılmasının zorlaşması,
- ilgili kişilerden alınan açık rızaların (KVKK kapsamında belirli ve sınırlı bir amaca dayanan) sonradan eklenen amaçlar bakımından yeniden alınıp alınmayacağı,

[1412] Anayasa Mahkemesi, E: 2016/125 K: 2017/143 T: 28.09.2017.
[1413] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Açık Rıza Rehberi", s. 2, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/e3c6aa10-9de4-46f8-9b51-71bcf07c09b5.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

- açık rızanın geri çekilmesi durumunda bilhassa veri silme veya anonimleştirme süreçlerinin nasıl yönetileceğinin belirsizleşmesi

gibi olası sorunlar gündeme gelmektedir.

YZ geniş hacimli veri gerektirdiğinden, açık rızaya dayalı işlemelerde rızanın özgür iradeyle verilmesi ve her an geri alınabilmesi pratikte yönetilmesi uygulanması güç bir süreç yaratabilecektir. Ancak veri işlemenin KVKK'ya uygun kabul edilmesi için kanunda yer alan veri işleme şartlarından birinin yer alması zorunludur. KVKK m. 6 kapsamında da YZ'nin biyometrik, sağlık veya genetik verileri işlediği senaryolarda açık rıza da hukuki dayanak olarak tercih edilebilecektir.

YZ tarafından gerçekleştirilen veri işleme faaliyetlerinde KVKK m. 5 kapsamındaki genel işleme şartları bakımından, bir diğer zorluk uygun ve doğru hukuki şartın seçilmesidir. Bununla birlikte meşru menfaat gerekçesine dayanıldığında ise, veri sorumlusunun menfaati ile ilgili kişinin temel hak ve özgürlükleri arasında denge kurulması, özellikle öngörülemeyen algoritmik sonuçlar ve olası ayrımcılık riskleri nedeniyle güçleşebilecektir. Ayrıca, veri minimizasyonu ve amaçla sınırlılık ilkelerine riayet etmek de YZ'nin "daha sonra ortaya çıkabilecek" geliştirme amaçları sebebiyle daha zor olabilecektir.[1414]

KVKK m. 6 bakımından ise bilhassa biyometrik veya genetik verilerle eğitilen modellerde ayrımcılık riskini ölçmek için güvenilir yöntemlerin henüz kurumsallaşmamış olması, veri setlerinin heterojen kaynaklardan geldiği durumlarda her kaynağın m. 6 şartlarına uygunluğunu belgelendirme güçlüğü gibi sorunlar KVKK'ya uygunluğun sağlanması sürecinde veri sorumluları tarafından hassasiyetle ele alınmalıdır. Böylelikle m. 5-6 hükümlerinde yer alan veri işleme şartlarına uyum sağlarken rıza yönetimi, meşru menfaat değerlendirmesi, veri minimizasyonu, hassas veri koruması için ek önlemler ve teknik-idarî güvenlik tedbirlerinin bütüncül olarak ele alınmasına ihtiyaç olduğu ifade edilmelidir.

Netice itibarıyla KVKK m. 5-6'da yer alan genel ve özel nitelikli veri işleme şartları, YZ uygulamalarında da meşru temel oluşturmaktadır ki en az bir işleme şartına dayanmadan gerçekleştirilen her türlü veri işleme hukuka aykırı kabul edilecektir. Özellikle sağlık verileri, biyometrik veriler ve etnik köken gibi dokuz ayrı kategoride sayılan hassas veriler sadece KVKK'da yer alan sınırlı sayıdaki istisnalar altında işlenebilecektir. Bu tür veri işlemelerinde güçlendirilmiş teknik ve idari tedbirlerin uygulanması zorunludur.[1415] Böylelikle kamu,

[1414] Aksoy Retornaz, E. Eylem ve Güçlütürk, Osman Gazi, "Yapay Zekânın Kişisel Veri Kavramı ve Kişisel Verilerin İşlenmesinde Temel İlkelerle İlişkisi", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020, s. 294 vd.

[1415] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

sağlık, hukuk gibi kritik alanlarda güvenli ve anonimleştirilmiş veri aktarımını sağlayacak yasal ve teknik altyapı oluşturulması önem arz etmektedir.[1416] Ayrıca YZ projelerinde veri minimizasyonu ilkesinin açık bir ihlali çoğu durumda tespit edilememekle birlikte, bu ilkenin süreç boyunca esnek ve sürekli şekilde uygulanması gerekmektedir. Modelin her güncelleme aşamasında yalnızca çıktının doğruluğuna somut katkı sağlayan verilerin muhafaza edilmesi, fayda sağlamayan verilerin ise işleme sürecinde maskelenmesi, anonimleştirilmesi veya silinmesi uygun olacaktır.

4.3.1.3.5 Aydınlatma Yükümlülüğüne Uyumun Sağlanması

KVKK'ya göre yerine getirilmesi gereken temel yükümlülüklerden biri de m. 10'da düzenlenen veri sorumlusunun aydınlatma yükümlülüğüdür. Mezkûr düzenlemede veri sorumlusunun, kişisel verilerin elde edilmesi sırasında veri sorumlusu veya yetkilendirdiği kişiler tarafından, ilgili kişilere; veri sorumlusunun ve varsa temsilcisinin kimliği, kişisel verilerin hangi amaçla işleneceği, işlenen kişisel verilerin kimlere ve hangi amaçla aktarılabileceği, kişisel veri toplamanın yöntemi ve hukuki sebebi ve 11 inci maddede sayılan diğer hakları konularına ilişkin olarak bilgi vermekle yükümlü olduğu hüküm altına alınmıştır. Belirtmek gerekir ki aydınlatma yükümlülüğü, ilgili kişinin talebine bağlı bir yükümlülük olmayıp, kişisel veri işleme faaliyetinin açık rızaya dayanması halinde de diğer işleme şartlarına dayanması halinde de mutlaka veri sorumlusu yahut yetkilendirdiği kişi tarafından yerine getirilmelidir. Bununla birlikte, kişisel veri işleme faaliyetinin ilgili kişinin açık rızasına bağlı olması durumunda, veri sorumlusunun aydınlatma yükümlülüğü ile açık rıza alınması işlemlerini ayrı ayrı yerine getirmesi gerektiği de ifade edilmelidir.[1417]

4.3.1.3.6 Veri Güvenliğinin Sağlanması

KVKK m. 12'de veri sorumlusunun "veri güvenliği" sağlamaya ilişkin teknik ve idari tedbirleri alma zorunluluğu hükme bağlanmaktadır. Kanunun "veri güvenliğine ilişkin yükümlülükler" başlıklı 12. maddesinin birinci fıkrası; "Veri sorumlusu;

a) Kişisel verilerin hukuka aykırı olarak işlenmesini önlemek,

b) Kişisel verilere hukuka aykırı olarak erişilmesini önlemek,

c) Kişisel verilerin muhafazasını sağlamak

[1416] Prof. Dr. Hasan Mandal'ın 17 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1417] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Aydınlatma Yükümlülüğünün Yerine Getirilmesi Rehberi", s. 31, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/a569a068-c079-4189-b134-f57bc727af7d.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

amacıyla uygun güvenlik düzeyini temin etmeye yönelik gerekli her türlü teknik ve idari tedbirleri almak zorundadır.” hükmünü amirdir.

Bu kapsamda, kişisel verilerin işlenmesi sürecinde veri sorumlularının alması gereken teknik ve idari tedbirler konusunda uygulamada açıklık sağlanması ve iyi uygulama örnekleri oluşturması amacıyla hazırlanan Kişisel Veri Güvenliği Rehberi’nde “mevcut risk ve tehditlerin belirlenmesi, çalışanların eğitilmesi ve farkındalık çalışmaları, kişisel veri güvenliği politikalarının ve prosedürlerinin belirlenmesi, kişisel verilerin mümkün olduğunca azaltılması, veri işleyenler ile ilişkilerin yönetimi” şeklinde sayılan idari tedbirler ile “siber güvenliğin sağlanması, kişisel veri güvenliğinin takibi, kişisel veri içeren ortamların güvenliğinin sağlanması, kişisel verilerin bulutta depolanması, bilgi teknolojileri sistemleri tedariği, geliştirme ve bakımı, kişisel verilerin yedeklenmesi” gibi teknik tedbirler yer almaktadır.[1418]

YZ teknolojilerinin büyük hacimli ve kişisel verilerle beslenmesi sonucu veri güvenliği ve mahremiyet ihlali riskleri karşısında KVKK’nın 12. Maddesinin etkinliği daha fazla önem kazanmaktadır. YZ teknolojilerinde ise veri güvenliği sağlama yükümlülüğün kapsamı, sadece geleneksel teknik/idari güvenlik tedbirlerini değil, aynı zamanda algoritmanın eğitildiği veri setlerinin bütünlüğünü, güncelliğini ve yanlış yönlendirmeye (data poisoning) karşı korunması gibi ek tedbirleri de kapsamına alacaktır.

4.3.1.3.7 İlgili Kişi Haklarının Yapay Zekâ Karşısındaki Durumu

Kanunun 11. maddesinde ilgili kişilerin hakları sıralanmış olup maddede “Herkes, veri sorumlusuna başvurarak kendisiyle ilgili;

a) Kişisel veri işlenip işlenmediğini öğrenme,

b) Kişisel verileri işlenmişse buna ilişkin bilgi talep etme,

c) Kişisel verilerin işlenme amacını ve bunların amacına uygun kullanılıp kullanılmadığını öğrenme,

ç) Yurt içinde veya yurt dışında kişisel verilerin aktarıldığı üçüncü kişileri bilme,

d) Kişisel verilerin eksik veya yanlış işlenmiş olması hâlinde bunların düzeltilmesini isteme,

e) 7nci maddede öngörülen şartlar çerçevesinde kişisel verilerin silinmesini veya yok edilmesini isteme,

[1418] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, “Kişisel Veri Güvenliği Rehberi (Teknik ve İdari Tedbirler)”, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/7512d0d4-f345-41cb-bc5b-8d5cf125e3a1.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

f) (d) ve (e) bentleri uyarınca yapılan işlemlerin, kişisel verilerin aktarıldığı üçüncü kişilere bildirilmesini isteme,

g) İşlenen verilerin münhasıran otomatik sistemler vasıtasıyla analiz edilmesi suretiyle kişinin kendisi -aleyhine- bir sonucun ortaya çıkmasına itiraz etme,

ğ) Kişisel verilerin kanuna aykırı olarak işlenmesi sebebiyle zarara uğraması hâlinde zararın giderilmesini talep etme haklarına sahiptir." hükmüne yer verilmiştir.

YZ bağlamında özellikle itiraz hakkı kritik öneme sahiptir. GDPR m. 22'de açıkça düzenlenen otomatik karar verme ve profil oluşturma süreçlerine karşı itiraz hakkı ve manüel inceleme talep etme hakkı KVKK'da doğrudan yer almamaktadır. Bununla birlikte KVKK'nın genel ilkeleri ve madde 11 çerçevesinde veri sahibinin itiraz ve düzeltme hakkı gibi koruma mekanizmaları bulunmaktadır. KVKK lafzında 11. maddenin g fıkrasında "münhasıran otomatik sistemler vasıtasıyla analiz edilmesi suretiyle kişinin kendisi -aleyhine- bir sonucun ortaya çıkmasına itiraz etme*"* şeklindeki hak olumsuz sonuçlara karşı tanınmış görünmekle birlikte, veri özerkliğinin tam olarak teminat altına alınabilmesi için sonucun olumlu olup olmadığına bakılmaksızın geniş yorumlanması gerekmektedir.[1419] YZ tarafından otomatik olarak verilen kararlar insan tarafından denetlenebilir olmasının bir adımı olarak burada yoruma gerek bırakmayacak şekilde KVKK kapsamında ilgili kişilerin YZ vasıtasıyla işlemeler de dahil olmak üzere kendileriyle ilgili karar verilmesine ya da etki doğmasına sebep olacak veri işleme faaliyetlerine müdahale hakkının açıkça tanınması önerilmektedir. Nitekim YZ teknolojilerinde özellikle otomatik karar alma mekanizmalarının şeffaf olmaması nedeniyle, ilgili kişilerin haklarını kullanma süreci daha güç hale gelebilecektir. Örneğin bir kredi başvurusunun reddi tamamen algoritmik bir değerlendirmeye dayandığında, ilgili kişi hangi verilerinin kullanıldığını ve ret kararının gerekçesini öğrenme ihtiyacı duyabilecektir. Fakat algoritmik opaklık gibi sorunlar karar süreçlerinin aşamalarının açıklanabilirliğini zorlaştırmakta ve dolayısıyla hak arama yollarının etkinliğini zayıflatmaktadır.

4.3.1.3.8 Veri Sorumlularının Yapay Zekâ Kaynaklı Olası Ek Yükümlülükleri

YZ, kurumların iş süreçlerini otomatikleştirirken ve karar alma mekanizmalarını optimize ederken, kişisel verilerin işlenmesi bakımından ilave risk ve sorumluluk alanları yaratmaktadır. KVKK veri sorumlularına belirli yükümlülükler getirmekte ve bu yükümlülüklerin YZ tabanlı modeller çerçevesinde yeniden yorumlanması gerekmektedir. Kişisel Verileri Koruma Kurumu, ilk kez 2021'de yayımladığı "YZ Alanında Kişisel

[1419] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler" rehberi, Sohbet Robotları (ChatGPT Örneği) Hakkında Bilgi Notu, Deepfake Bilgi Notu gibi yumuşak hukuk enstrümanları ile Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış Kitabı gibi akademik çalışmaları kapsayan bilgi ekosistemini inşa etmeye devam etmektedir[1420].

YZ, kurumların iş süreçlerini otomatikleştirirken ve karar alma mekanizmalarını optimize ederken, kişisel verilerin işlenmesi bakımından ilave risk ve sorumluluk alanları yaratmaktadır. KVKK veri sorumlularına belirli yükümlülükler getirmekte ve bu yükümlülüklerin YZ tabanlı modeller çerçevesinde yeniden yorumlanması gerekmektedir. Kişisel Verileri Koruma Kurumu, 2021'de yayımladığı "YZ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler" belgesiyle başlayan ve üretken YZ rehberleri, ChatGPT bilgi notu, derin sahte içerik bilgilendirmesi, mobil mahremiyet tavsiyeleri gibi yumuşak hukuk enstrümanlarını kapsayan bir rehber ekosistemi oluşturmuştur.[1421]

Veri sorumluları, YZ temelli kişisel veri işleme faaliyetlerinde KVKK'da yer alan temel veri koruma ilkelerine ve 15.09.2021 tarihinde yayımlan, Nisan 2025'te güncellenen "YZ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler" dokümanında (Tavsiyeler Dokümanı) yer verilen risk odaklı tedbirlere uygun hareket etmelidir.[1422] Mezkur doküman YZ temelli veri işleme faaliyetlerinin KVKK'ya bütünüyle uyumlu yürütülmesi için geliştiricilere, imalatçılara, servis sağlayıcılara ve karar alıcılara yönelik kapsamlı tavsiyeler sunmaktadır. Bununla birlikte Tavsiyeler Dokümanı YZ tarafından işlenen kişisel verilere ilişkin belirsizlikleri gidermek ve Avrupa Konseyi ile OECD'nin ilkeleriyle uyumlu ulusal bir çerçeve oluşturmak bakımından önemli bir adımdır.

Tavsiyeler Dokümanı'nda öncelikle hukuka uygunluk, dürüstlük, ölçülülük, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin bütün proje aşamalarına yerleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Yüksek riskli sistemler için "tasarımdan itibaren mahremiyet" (privacy by design) yaklaşımı benimsenerek projenin başlangıcında mahremiyet etki değerlendirmesi yapılması tavsiye edilmekte, kimliği belirlenebilir veri kullanımından mümkün olduğunca kaçınılması, kullanılacaksa da veri minimizasyonu ve özel güvenlik önlemleri ile desteklenmesi öngörülmektedir. Yine geliştirici, üretici ve hizmet sağlayıcıların veri

[1420] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Yayınlar-Rehberler", https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/2030/Rehberler (Erişim Tarihi: 25.10.2025).
[1421] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Yayınlar-Rehberler", https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/2030/Rehberler (Erişim Tarihi: 05.05.2025).
[1422] Kişisel Verileri Korumu Kurumu, "Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/25a1162f-0e61-4a43-98d0-3e7d057ac31a.pdf (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

kalitesini, kaynağını ve miktarını sürekli izleyerek asgari veri ilkesine riayet etmeleri; algoritmik ayrımcılığı önlemek amacıyla bağımsız uzmanlarla iş birliği yapmaları, otomatik kararların insan müdahalesi olmaksızın bireyleri olumsuz etkilemesine izin vermemeleri beklenmektedir. Bununla birlikte ürün yaşam döngüsü boyunca veri silme, yok etme veya anonimleştirme mekanizmalarının hazır bulundurulması ve aydınlatma belgelerinin açık, anlaşılır şekilde sunulmasının zorunlu olduğunun altı çizilmektedir.[1423]

Öte yandan Tavsiyeler Dokümanı'nda karar vericiler için rehber, hesap verebilirlik ilkesinin tüm aşamalarda işletilmesi, sektör-özel risk değerlendirme prosedürlerinin ve sertifikasyon mekanizmalarının desteklenmesi, insan müdahalesi içeren karar süreçlerinin korunması ve denetim otoriteleriyle yakın iş birliği kurulması, dijital okuryazarlığın ve veri mahremiyeti bilincinin artırılması amacıyla eğitim programlarına yatırım yapılması, adil ve güvenli veri paylaşım ekosistemlerinin teşvik edilmesi önerilmektedir.

Tavsiyeler Dokümanı, Kurul'un yukarıda yer verilen 2018/10 sayılı kararında öngörülen özel nitelikli verilerin korunmasına ilişkin tedbirlerini genişleterek gelişmiş şifreleme, ayrıntılı erişim kontrolleri, kapsamlı kayıt tutma, algoritma performansının önyargı açısından düzenli izlenmesi ve veri ihlali hallerinde uygulanacak acil durum planlarının hazırlanması gibi ileri düzey teknik ve idarî önlemleri öne çıkarmaktadır. Böylelikle hukuka uygunluğun yalnızca mevzuata atıfla değil, proje yönetiminden kamu farkındalığına uzanan bütüncül önlemlerle sağlanabileceği ortaya konulmuştur. Ancak belirtilmelidir ki şeffaflık ve hesap verilebilirlik ilkelerinin YZ projelerinde zorunlu kılınması, kamu kurumları arası veri aktarımlarında güvenlik ve mahremiyetin sağlanacağı denetimli bir kamu veri platformunun yaygınlaştırılması gibi önerilerin hayata geçirilmesi, veri sorumlularının yükümlülüklerinin belirlenmesi ve yerine getirilmesi için oldukça işlevli olacaktır.[1424]

YZ'nin veri ihtiyacı ve kişilerin hayatları üzerindeki etkileri sebebiyle en çok tartışılan ve önem taşıyan konulardan biri kişisel verilerin korunmasıyla YZ arasındaki ilişki olsa da kişisel verilerin korunması haricindeki verilerin kullanılmasına dair hukuki çerçevenin de YZ'nin gelişimini ve kullanımını önemli önemli şekilde etkilediği vurgulanmalıdır. Bu sebeple Raporun bir sonraki başlığında Türk hukukunda veriye dair genel hukuki çerçeveye değinilecektir. Bir veriye türü sebebiyle birden fazla hukuki düzenleme ya da çerçeve aynı anda uygulanabilecektir. Bu itibarla açıkça KVKK'nın uygulanmayacağına dair bir düzenlemenin olmadığı durumlarda, Raporun devamında incelenecek olan hukuki

[1423] a.g.e., s. 14.
[1424] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 Tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

düzenlemeler kişisel verilerin korunmasına dair bu başlık altında incelenmiş olan düzenlemeleri devre dışı bırakmayıp bir kişisel verinin mevcut olduğu hallerde anılan düzenlemelerle beraber KVKK da uygulama alanı bulacaktır.

4.3.2 Türkiye'de Veriye İlişkin Genel Çerçeve: Mevcut Mevzuat Bulguları

Verinin stratejik önemi tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de özellikle YZ gibi veriye dayalı olarak geliştirilen ve veri üreten teknolojilerdeki gelişmelerle birlikte; gün geçtikte daha da artmaktadır. Söz konusu husus TBMM toplantılarında gerek özel sektör gerek kamu kurumları gerekse akademi ve sivil toplum kuruluşları tarafından ele alınan ana başlıklardan biri olmuştur.

(Mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN tarafından Komisyonun 04.02.2025 tarihli toplantısında; bağlantılı hâle gelen ve haberleşme yeteneği kazandırılmış nesnelerle birlikte siber uzayın gün geçtikçe genişlediğini ve bu nesnelerin veri üreten fabrikalara dönüştüğünü belirtmiştir.[1425] Bu noktada "Veri ise günümüzde ekonomik kalkınmanın ve rekabetin kilit unsuru durumundadır. Devletlerin gücü artık veriden değer üretebildikleri ölçüde artmakta. Büyük hacimli ve anlamsız bu veri yığınlarından değer üretmenin en etkili aracı ise YZ." sözleriyle veriden değer üretmenin ekonomik kalkınmadan devletlerin stratejik gücünü artırmaya uzanan geniş çaplı etkisine dikkat çekmiştir. Bununla birlikte; YZ teknolojilerinin eğitilmesinde kullanılan veri setlerindeki eksikliklerin, YZ tarafından verilecek kararların kalitesine doğrudan yansıyabileceğine dikkat çekilerek büyük veriye erişimin gereği kadar bu verilerin tam, güncel, kapsayıcı ve doğru olmasının da aynı öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

Bağımsızlık, rekabetçilik, stratejik güç ve sürdürülebilirlik gibi pek çok alanda kritik önemi haiz verilerin toplanması, saklanması, paylaşılması ve yeni veriler üretilmesi gibi pek çok faaliyet bakımından hem teknik altyapı hem de hukuki düzenlemeler önemli bir rol oynamaktadır. Yeterli teknik altyapının mevcut olmadığı yahut hukuki boşlukların veya belirsizliklerin söz konusu olduğu durumlarda YZ aktörlerinin kaliteli, güncel ve büyük hacimli veri setlerini etkin, güvenli ve hukuka uygun şekilde toplayabilmesi, saklayabilmesi ve paylaşabilmesi bakımından çeşitli riskler ve engellerle karşılaşılması söz konusu olmaktadır.

Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği Başkanı Mehmet Ali TOMBALAK tarafından ise Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında, YZ teknolojilerinin veri merkezlerinden ayrı

[1425] a.g.e.

düşünülemeyeceğine dikkat çekilmiş; yeterli veri merkezi bulunmayan ülkelerin yalnızca kullanıcı konumunda kalacağı ve kriz dönemlerinde dışarıya bağımlı olacağı belirtilmiştir.[1426] Bu noktada Mehmet Ali TOMBALAK, Türkiye'de "veri merkezlerinin kurulmasının desteklenmesinin" ilk yapılması gerekenlerden biri olduğu ve bağımsızlık ve sürdürülebilirlik adına işlemci gücü yüksek veri merkezlerinin kurulması gerektiğinin altı çizilmiştir.

Yapay Zekâ Politikaları Derneği Başkan Yardımcısı Doç. Dr. Mustafa Umut DEMİREZEN tarafından Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında YZ dil modellerin eğitilmesi için gerekli veri ihtiyacının karşılanamadığı, bu ihtiyaca binaen uygulamada hem ülkemiz hem de dünya genelinde sentetik veri üretiminin bir zorunluluk haline geldiği belirtilmiştir.[1427] Veriye erişimin gerekliliği bakış açısının diğer bir boyutu olan bu verilerin paylaşımının güvenli ve mahremiyet odaklı gerçekleştirilmesi ise ayrı bir çekince noktasını teşkil etmektedir. Bu noktada, Komisyonun 04.02.2025 tarihli toplantısında kaliteli veriye erişimin ötesinde esasen bu veriyi koruma mecburiyetinin de olduğuna dikkat çekilerek özellikle kamu verilerinin özel sektörle paylaşımı bakımından veri paylaşımında mahremiyetin ve güvenliğin sağlanmasına yönelik bir kriter çalışmasının olup olmadığı yönünde soru sorulmuştur.[1428]

Söz konusu toplantıda (mülga) CBDDO Dijital Dönüşüm Koordinasyon Dairesi Başkanı Furkan CİVELEK tarafından ise; veriden katma değer yaratma yönündeki ekonomik menfaatler ile verinin mahremiyeti ve güvenliğinin korunması yönündeki menfaatlerinin dengelenmesi gerektiği vurgulanmıştır.[1429] Bu noktada; EUDA ile DGA'nın yakından takip edildiği, Ulusal Veri Stratejisi ile birlikte bu düzenlemelerin Türkiye'de iç hukuka geçirilmesi gerektiği yönündeki stratejik yaklaşımın belirlenmesinin hedeflendiği, sonraki aşamada ise mevzuatın hazırlanmasına odaklanılacağı belirtilmiştir.[1430] Bununla birlikte, mevcut durumda kamu ve özel sektör verilerinin ilgili diğer paydaşlarla paylaşılması noktasında kamu veri alanı projesine ve açık veri düzenlemelerine ilişkin çalışmaların yürütüldüğü belirtilmiştir.[1431]

Tüm bu açıklamalar; YZ teknolojilerinin geliştirilmesi bakımından verilerin korunmasına ilişkin çekincelerin yanı sıra; büyük hacimli veri setlerine erişime, verilerin muhafaza edilmesini ve işlenmesini sağlayan altyapılara ve genel nitelikli yatay veri

[1426] Mehmet Ali Tombalak'ın 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1427] Doç. Dr. Mustafa Umut Demirezen'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı**.
[1428] 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1429] Furkan Civelek'in 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1430] a.g.e.
[1431] a.g.e.

düzenlemelerine duyulan ihtiyaca dikkat çekmektedir. Bu açıklamalar ışığında işbu bölümün alt başlıklarında; Türkiye'deki veri mevzuatının genel çerçevesi ortaya konulmaktadır. Devamla, hâlihazırda tamamlanan ve devam etmekte olan çalışmalara yer verilmekte ve son olarak yapılması gerekenlere ilişkin bütüncül bir öneri listesi sunulmaktadır. Kişisel veriler ve fikri eser ya da ticari sır olarak korunan veriler önemleri sebebiyle ayrı başlıklar altında incelendiğinden bu başlık altında bu korumalara ayrıca değinilmemektedir.

4.3.2.1 Yürürlükteki Veri Düzenlemeleri

Raporun kişisel veriler başlığı altında açıklandığı üzere; KVKK, Türkiye'deki veri düzenlemeleri bakımından kişisel verilere yönelik genel çerçeveyi ortaya koymaktadır. Bununla birlikte; sektöre yahut farklı alanlara özgü düzenlemeler çerçevesinde kişisel verileri de içeren farklı veri kategorilerine yönelik olan özel hükümler, genel anlamda veri yönetişimi bakımından ulusal mevzuatın dağıtık bir yapıda olduğunu gözler önüne sermektedir. Öğretide de genel olarak veri üzerindeki hakları yöneten tek ve net bir hukuki rejimin mevcut olmadığı belirtilmekte ve farklı hukuki düzenlemeler bir arada incelenmektedir.[1432] Dolayısıyla; veri işleme faaliyetlerinde bulunan kamu ve/veya özel sektör aktörlerinin KVKK dışında; işledikleri veriler bakımından uygulanabilir diğer hukuki düzenlemeleri de dikkate alması önem arz etmektedir. Aşağıda yer alan düzenlemeler, Türk mevzuatında veri alanında kapsamlı düzenlemelerin bulunduğunu ortaya koymakla birlikte bahse konu düzenlemelerin dağınık bir yapıda olması nedeniyle veri yönetimi konusunda uygulama birliğinin güçleştiği değerlendirilmektedir. Mevcut düzenlemelerin hiçbiri tarafından özel olarak düzenlenmeyen veriler üzerindeki haklar bakımından ise genel düzenlemelere göre analiz yapılması gerekmekte olup[1433] bu da hukuki açıdan ek bir belirsizlik yaratmaktadır.

4.3.2.1.1 Resmî İstatistik Süreçleri Kapsamında İşlenen Veriler

Veri alanındaki mevcut hukuki düzenlemeler incelendiğinde temel olarak 2005 yılında yürürlüğe konulmuş olan Türkiye İstatistik Kanunu (TİSTK) ve ikincil düzenlemeleri öne çıkmaktadır. TİSTK, "resmî istatistiklerin üretimine ve organizasyonuna ilişkin temel ilkeleri ve standartları belirlemek; ülkenin ihtiyaç duyduğu alanlarda veri ve bilgilerin derlenmesini, değerlendirilmesini, gerekli istatistiklerin üretilmesini, yayımlanmasını, dağıtımını" düzenlemektedir (m. 1). Resmî istatistik ise; "Türkiye İstatistik Kurumu veya Programda yer alan konularda istatistik üretecek kurum ve kuruluşlar tarafından derlenen verilerin, kitle

[1432] Güçlütürk, Osman Gazi, Yapay Zeka ve Verinin Kullanımı, 2022 (Kısaltma: "*Verinin Kullanımı*"), s. 89 vd.
[1433] Güçlütürk, "*Verinin Kullanımı",* s. 88.

özelliklerini ortaya koymak amacıyla işlenmesi ile elde edilen bilgi" olarak tanımlanmaktadır (m. 2).

TİSTK uyarınca TÜİK'in kurulma amacı da bahse konu hususlara ilişkin koordinasyonu sağlamak olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda TÜİK veriye erişim konusunda; görev alanına giren konularla ilgili sayım ve araştırmalarda istatistik üretimi için gerekli gördüğü her türlü ortamdaki veri ve bilgiyi, tüm istatistikî birimlerden Başkanlıkça belirlenen şekil, süre ve standartlarda doğrudan isteme gibi çeşitli yetkilerle donatılmıştır (m. 7).

TİSTK kapsamında; diğer veri düzenlemelerinde yaygın olmayan "istatistiki birim", "gizli veri" ile "bireysel veri" terimlerine yer verilmektedir. Dolayısıyla söz konusu mevzuatın anlaşılması bakımından ilgili kavramların anlamlarının bilinmesi önem arz etmektedir. Örnek olarak istatistikî birim; KVKK mevzuatındaki "ilgili kişi" kavramı ile benzer şekilde ancak daha geniş bir kapsam ve bağlamda tanımlanmaktadır. "Yapılan sayım veya örnekleme çalışmalarına konu olan, hakkında veri toplanacak gerçek ve tüzel kişiler ile kurum ve kuruluşlar" istatistikî birim olarak tanımlanmış olup söz konusu kavram, gerçek kişiler ile sınırlı bir kapsamda belirlenen ilgili kişi kavramının ötesine geçerek tüzel kişiler ile kurum ve kuruluşları da içermektedir.

Gizli veri tanımı ise; istatistiki birim kavramından yola çıkılarak "istatistik birimin doğrudan veya dolaylı bir şekilde özellikleri ile birlikte tanınabilmesine ve bu şekilde bireysel bilgilerin açığa çıkarılmasına imkân sağlayan bireysel veya tablo hâlinde saklı tutulan veri" olarak tanımlanmaktadır (m. 2). Söz konusu tanımda yer alan 'bireysel bilgilerin açığa çıkarılmasına imkân verme' unsuru, kişisel veri tanımı ile benzeşmektedir. Ancak istatistiki birimin tüzel kişiler ile kurum ve kuruluşları da kapsaması gereği gizli veri tanımı da daha geniş bir kapsamı haizdir. Son olarak; bireysel veri de "hakkında bilgi toplanan istatistikî birimlerin, özellikleri ile birlikte tanımlandığı veri" olarak tanımlanmaktadır (m. 2).

TİSTK kapsamında veri paylaşımı ve yönetimi konusunda genel olarak kamu-kamu veri paylaşımı olarak nitelendirilebilecek kurum ve kuruluşların resmî istatistik üretiminde kullanılmak üzere TÜİK ile veri paylaşma yönündeki yükümlülükleri, resmî istatistik üretimi kapsamında görev alanların gizli verilere erişimlerinin kişi ve amaç yönünden sınırları, gizli verilerin gizliliğinin ortadan kalktığı haller ve yayımlanma koşulları, bireysel verilerin kullanımına ilişkin koşullar, istatistiki birimlerin hakları ve TİSTK'daki yükümlülüklere aykırı hareket edilmesi halinde uygulanacak cezai ve idari yaptırımlar düzenlenmektedir.

4.3.2.1.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığıyla İşlenen Coğrafi Veriler

CBS; coğrafi veri üreticileri ve kullanıcıları arasındaki koordinasyon ile kamu

kurumları arasındaki coğrafi veri üretimi, güncellenmesi ve paylaşımı hususlarında etkili iş birliğinin sağlanması adına kurulup işletilen platformu ifade etmektedir.[1434] 07.11.2019 tarih ve 30941 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 49 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile birlikte genel olarak CBS ile Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi ve altyapısına ilişkin; kamu kurum ve kuruluşları arasında koordinasyonun sağlanması, coğrafi veri ve bilginin üretilmesi ve güncelliğinin sağlanması, yönetilmesi, kullanılması, erişimi, güvenliğinin sağlanması, paylaşılması ve dağıtımına yönelik usul, esas ve standartlar belirlenmektedir. Ek olarak, söz konusu Kararname kapsamında ihdas edilen Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi Kurulu gibi kurullar ile diğer kamu kurum ve kuruluşların, gerçek ve tüzel kişilerin görev ve yetkileri düzenlenmiş olup coğrafi veri "konum bilgisi içeren her türlü veri" olarak tanımlanmıştır (m. 3(1)(e)).

CBS mevzuatı kapsamında yer alan hususlar arasında, özel-kamu ve kamu-kamu odaklı coğrafi veri paylaşımlarına ilişkin usul ve esaslar bulunmaktadır. Bu doğrultuda gerçek kişiler ile özel hukuk tüzel kişileri; veri işlemeye yönelik diğer düzenlemelerdeki yükümlülükleri saklı kalmak kaydıyla, 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun uyarınca iki şartı sağlamaları halinde Türkiye'ye ait Ulusal Coğrafi Veri Sorumluluk Matrisi kapsamındaki coğrafi verileri toplama, üretme, paylaşma veya satma hususunda yetkili kılınmaktadırlar (m. 1(2)). Bu şartlar ise; ticari faaliyet gerçekleştirmeye yönelik gerekli belgelere sahip olunması ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının izninin bulunması olarak belirlenmektedir.

49 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nde esas alınan temel ilkeler incelendiğinde; söz konusu prensiplerin coğrafi verilerin ötesinde diğer veri türleri için de izlenmesinin ve veri yönetişimine ilişkin oluşturulacak sonraki düzenlemelerde esas alınmasının önem arz ettiği değerlendirilmektedir. Coğrafi verinin toplanması, üretilmesi, depolanması, paylaşımı, kullanımı ve sunumu gibi süreçler bakımından belirlenen bahse konu temel prensiplere aşağıda yer verilmektedir (m. 4):

- Veri süreçlerine ilişkin mükerrerliğin önlenerek kamu kaynaklarının etkin ve verimli kullanılması,
- Ulusal standartlara uyulması,
- Doğru ve kaliteli üretimin, güncelliğin, güvenliğin, sürekliliğin ve paylaşımın sağlanması,

[1434] Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, "Coğrafi Bilgi Sistemleri Mevzuat Kitabı", 2021, https://cbs.csb.gov.tr/cografi-bilgi-sistemleri-mevzuat-kitabi-i-102099 (Erişim Tarihi: 09.06.2025).

- Ulusal güvenliğe, kişisel verilerin korunmasına, fikri, sınai ve ticari haklara ilişkin mevzuat hükümleri ile milletlerarası andlaşma hükümleri saklı kalmak kaydıyla her türlü coğrafi verinin erişilebilir, paylaşılabilir ve kullanılabilir olması,
- Birlikte çalışabilirliğin ve katılımcılığın sağlanması,
- Ülke düzeyinde nitelikli insan kaynağı ve kapasitesinin geliştirilmesi,
- Araştırma, geliştirme ve yenilik faaliyetlerinin teşvik edilmesi ve
- Standartların belirlenmesinde kamu kurum ve kuruluşlarının ihtiyaçlarının dikkate alınması.

14.02.2020 tarihinde kabul edilen 7221 sayılı Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile birlikte Ulusal Coğrafi Veri Paylaşım Matrisine göre kamu kurum ve kuruluşları arasında gerçekleştirilen paylaşımlar, erişimler ve kullanımlar bedelsiz olarak belirlenmiştir. Ek olarak; YZ teknolojileri bakımından önem arz eden veri madenciliği ve yeni veri üretimi konuları ele alınmış; bu hususlardaki hasılat paylaşımına yönelik iş birlikleri kapsamında, kurum, kuruluşlar ve üniversiteler ile paylaşımın bedelsiz olarak yapılabileceği hüküm altına alınmıştır (m 1(1)(a)). Ancak söz konusu paylaşımın ulusal güvenliğe ilişkin hükümler ile fikrî, sınai ve ticari haklara ilişkin mevzuat hükümleri ile KVKK kapsamına girdiği hallerde; hukuka uygunluğun sağlanması adına ilgili düzenlemelerin gereklerine göre hareket edilmesi ve veri üretmekle sorumlu kurumun uygun görüşünün alınması koşulları da ayrıca belirtmiştir.

4.3.2.1.3 Kamu Kurumları Arası Veri Paylaşımı

Ulusal mevzuatımızda kamu kurumlarının topladıkları ve ürettikleri verilerin diğer kamu kurum ve kuruluşları ile paylaşımı hususunda genel içerikli bütüncül bir düzenleme bulunmamaktadır. Bunun yerine, belirli bir proje yahut sistem odaklı veri paylaşımı düzenlemelerinin mevcut olduğu görülmektedir. Söz konusu düzenlemelerden ön plana çıkan en genel içerikli sistemin; yürütülmesinden (mülga) CBDDO'nun sorumlu olduğu e-Devlet Kapısı (Dijital Türkiye) olduğu görülmektedir.

E-Devlet Hizmetlerinin Yürütülmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik kapsamında e-Devlet hizmeti "kurumlar arası veri paylaşımı esasına dayalı olarak yürütülmesi için kurumlar tarafından, hızlı, güvenli, etkili, verimli, şeffaf ve hesap verebilir, temel hak ve özgürlüklere riayet edilerek ve mahremiyet gözetilecek şekilde elektronik ortama aktarılan her bir kamu hizmeti" olarak tanımlanmaktadır (m. 4(1)(ç)). E-Devlet kapısı ise "e-Devlet hizmetlerinin son kullanıcıya farklı erişim kanallarından tek noktadan bütünleşik olarak sunulduğu ortak elektronik platformu" olarak ifade edilmektedir.

İlgili Yönetmelik kapsamında "veri yetkilisi" kavramına yer verilmekte olup söz konusu ifade "kamu hizmetlerinin sunulmasına esas teşkil eden veri tabanlarının kurulmasından, yönetilmesinden, verilerin bu veri tabanlarına kaydedilmesinden, güvenliğinden, işlenmesinden ve paylaşılmasından sorumlu olan gerçek veya tüzel kişi" olarak tanımlanmaktadır.

03.09.2016 tarihinde yürürlüğe giren E-Devlet Hizmetlerinin Yürütülmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik kapsamında; "e-Devlet altyapısının oluşturulması, kurumlar arası bilgi paylaşımının ve birlikte çalışabilirliğin sağlanması amacıyla Birlikte Çalışabilirlik Esasları Rehberine riayet edilmesi" ve "Elektronik ortamda kamu kurum ve kuruluşlarının paylaşımına açık olan verilerin ayrıca kişilerden talep edilmemesi, yalnızca sunulan hizmetin gerektirdiği verilerin istenmesi" gibi temel ilkeler benimsenmiştir. Böylelikle, mükerrerliğin önüne geçilmesinin ve sistemler arası bilgi paylaşımının etkinliğinin artırılmasının hedeflendiği görülmekte olup bu düzenleme, veri yönetişimine ilişkin olarak zamanında atılmış bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Birlikte çalışabilirlik esasları bakımından 2005/20 sayılı "Birlikte Çalışabilirlik Esasları Rehberi" konulu Genelge ve ilgili Genelge'yi yürürlükten kaldıran 2009/4 sayılı "Kamu Bilgi Sistemlerinde Birlikte Çalışabilirlik Esasları" konulu Genelge'ye değinmek de önem arz etmektedir. İki Genelge kapsamında da birlikte çalışabilirliği sağlamanın en temel yollarından birisi; kurumlar tarafından ortak norm ve standartların belirlenerek bilgi sistemlerinin ve entegre e-Devlet hizmetlerinin bu norm ve standartlar çerçevesinde geliştirilmesi olarak açıklanmıştır.

Kamu kurum ve kuruluşlarının e-Devlet üzerinden sunacakları hizmetler kapsamında gerekli entegrasyonlar ve veri paylaşımlarının;

- Gerekli veri yahut uygulama entegrasyonu için e-Devlet Kapısı İşletmecisi ile veri veya uygulama sahibi kurumlar ve veri yetkilileri arasında imzalanan veri paylaşım protokolü ve
- Kamu kurum ve kuruluşları arasında imzalanan protokollerin, verilerin elektronik ortamda paylaşımı için ilgili kullanıcıya sunulması ile gerçekleştirilerek standardize edildiği görülmektedir.

4.3.2.1.4 Sektör Özelindeki Düzenlemeler: Elektronik Haberleşme, E-Ticaret ve Bankacılık

Elektronik haberleşme, bankacılık ve e-ticaret sektörüne ilişkin temel düzenlemeler incelendiğinde; ilgili sektörler özelinde ayrı veri tanımlarının oluşturulduğu ve bu veriler

bakımından koruyucu ek hükümlere yer verildiği görülmektedir. Söz konusu sektörler örneklendirme yapılması adına seçilmiş olup verilerin toplanması, işlenmesi, paylaşılması ve korunması gibi hususlarda ek kurallar getiren sektörlerin burada sayılanlar ile sınırlı olmadığının belirtilmesi gerekmektedir.

5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu kapsamında genel kişisel veri kategorisi dışında; trafik ve konum verileri ayrıca düzenlenmektedir. Bu doğrultuda; elektronik haberleşmenin gizliliği ile trafik ve konum verilerinin gizliliği ve muhafaza edilmesine ilişkin ek hükümler bulunmakta olup ilgili verilerin işlenmesi, aktarılması ve saklama süreleri bakımından özel koşullar ve yükümlülükler belirlenmektedir (m 51). Dahası, söz konusu yükümlülüklere uymayanlar bakımından BTK tarafından idari yaptırımlar uygulanabilmektedir.[1435]

6563 sayılı Elektronik Ticaretin Düzenlenmesi Hakkında Kanun kapsamında "elektronik ticaret verileri" ele alınmaktadır. İlgili Kanun kapsamında Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi (ETBİS) "elektronik ticaret hizmet sağlayıcı ve elektronik ticaret aracı hizmet sağlayıcıların kayıt altına alınması, elektronik ticaret verilerinin toplanması, bu verilerin işlenerek istatistiki bilgilerin üretilmesi amacıyla Bakanlık tarafından oluşturulan ve bu Kanun kapsamında kayıt ve bildirim yapılabilmesine imkân sağlayan bilgi sistemi" olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda; elektronik ticaret aracı hizmet sağlayıcıların elde ettiği verileri hangi hallerde kullanabilecekleri hüküm altına alınmakta olup söz konusu yükümlülükler Elektronik Ticaret Aracı Hizmet Sağlayıcı ve Elektronik Ticaret Hizmet Sağlayıcılar Hakkında Yönetmelik çerçevesinde detaylandırılmaktadır.[1436]

5411 sayılı Bankacılık Kanunu kapsamında ise "müşteri sırrı" olarak adlandırılan bilgiler bakımından sağlanan ek korumalar öne çıkmaktadır. Müşteri sırrı olarak adlandırılan verilerin kapsamı ise gerçek ve tüzel kişileri içeren geniş bir çerçevede belirlenmektedir. Bu doğrultuda; gerçek ve tüzel kişilerin, bankalarla bankacılık faaliyetlerine özgü olarak müşteri ilişkisi kurması akabinde oluşan ve bu kişilere ait olan verilerin müşteri sırrı hâline geldiği belirtilmektedir (m. 73(3)). Dolayısıyla, müşteri sırrı niteliğindeki bilgilerin kişisel olan ve kişisel olmayan verileri içerebilen bir kapsamda tanımlandığı görülmektedir.

İlgili düzenleme kapsamında müşteri sırrına ilişkin sır saklama yükümlülüğü bakımından belirlenen sıkı koşullar, yükümlülükler ve bu yükümlülüklerden istisna tutulan haller belirtilmektedir. Özellikle dikkat edilmesi gereken bir nokta ise 5411 sayılı Kanun'un

[1435] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu İdari Yaptırımlar Yönetmeliği (RG: 28914 T: 15.02.2014).
[1436] Elektronik Ticaret Aracı Hizmet Sağlayıcı ve Elektronik Ticaret Hizmet Sağlayıcılar Hakkında Yönetmelik (RG: 32058 T: 29.12.2022).

73. maddesinin üçüncü fıkrasında; KVKK uyarınca müşterinin açık rızasının alındığı hallerde dahi müşteri sırrı niteliğindeki bilgilerin, müşteriden gelen bir talep ya da talimat olmaksızın herhangi bir üçüncü kişi ile paylaşılamayacağı ve bu kişilere aktarılamayacağının hüküm altına alınmış olmasıdır.

4.3.2.1.5 Kamu Kurumları Tarafından Münferit Şekilde Belirlenen Veri Paylaşım Kriterleri

Mevcut durumda veri paylaşımına ilişkin genel bir çerçevenin bulunmaması sebebiyle kamu kurum ve kuruluşları tarafından veri paylaşımı usul, esas ve koşulların ilişkin münferit belirlemelerin yapılması söz konusu olabilmektedir. Söz konusu durum bakımından Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı tarafından oluşturulan Merkezi Veri Tabanı'nda tutulan verilerin paylaşımına ilişkin belirlenen hususlar örnek verilebilecektir.

Merkezi Veri Tabanı, "sosyal hizmet ve yardım faaliyetleriyle bunlardan yararlananlara ilişkin bilgilerin elektronik ortamda merkezî olarak muhafaza edildiği veri tabanı sistemini" ifade etmektedir (m. 4(1)(ı)). Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Veri Paylaşım Yönetmeliği kapsamında; Merkezi Veri Tabanında tutulan kişisel verilerin çeşitli paydaşlarla paylaşılmasına, çevrim içi veya çevrim dışı kişisel veri paylaşımının kapsamına, yöntemine ve güvenliğine dair kuralların belirlenmesine ve Veri Paylaşım Kurulunun işleyişine ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir (m. 1).

Bu kapsamda; çevrim içi veya çevrim dışı veri paylaşım taleplerini karara bağlamak, alıcı kurumlarla hangi verilerin çevrim içi olarak paylaşılacağına ve veri paylaşımının kapsamının hangi yöntemle belirleneceğine karar vermek Veri Paylaşım Kurulunun görevleri arasında sayılmaktadır (m. 6). Merkezi Veri Tabanı üzerinden veri paylaşılması üzerine başvuruda bulunan alıcı kurumların başvurularının değerlendirilmesinde esas alınan kriterler aşağıda belirtilmektedir:

"a) Alıcı kurumun mevzuatında Merkezi Veri Tabanındaki verileri sorgulama veya doğrulamaya ilişkin görev ve sorumluluğunun bulunması.

b) Kamu hizmeti sunan tüzel kişilerin, faaliyetlerini kamu kurum ve kuruluşlarının denetimi altında sürdürmeleri.

c) Merkezi Veri Tabanı üzerinden veri paylaşımının kamu hizmetinin sunumu bakımından gereklilik arz etmesi.

ç) İş ve işlemlerin vatandaşların toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak için yapılması, hizmetlerin genel olması ve süreklilik göstermesi.

d) Gerçek kişiler tarafından talep edilen verilerin bilimsel amaçlarda kullanılmak üzere

talep edilmesi”

Bunların dışında; veri alıcılarının çevrim içi ve çevrim dışı veri paylaşımı taleplerinin değerlendirilmesi bakımından da ayrı kriterler belirlenmektedir. Görüldüğü üzere, başvuruda bulunan aktörler ve başvuru yöntemleri özelinde farklı şartlar aranmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise paylaşıma konu verilerin sosyal hizmet ve yardım faaliyetleriyle ilgili olması sebebiyle dar bir kapsamı haiz olması ve bahse konu şartların bir kurum tarafından belirlenmiş olması.

İlgili düzenleme ile birlikte; sosyal hizmet ve yardım faaliyetleriyle bunlardan yararlananlara ilişkin bilgilerin sorgulanması ve paylaşılması bakımından bu verilere erişmek isteyen aktörler açısından şeffaflık ve hukuki belirlilik sağlanmaktadır. Ancak günümüzün veriye dayalı süreç zinciri dikkate alındığında; münferit şekilde yapılan bu belirlemelerin dağıtık bir yapının oluşmasına neden olduğu ve nihai aşamada verimsizlik, kaynak israfı, uygulamada tutarsızlık gibi olumsuz sonuçlara yol açabileceği yönünde değerlendirmeler de bulunmaktadır.

Günümüzde pek çok sistemin, ürünün ve hizmetin veriye dayalı olması sonucunda, kamu kurumları, özel hukuk tüzel kişileri ve gerçek kişiler dâhil olmak üzere pek çok aktörün kaliteli ve büyük hacimli veri setlerine erişim ihtiyacı bulunmaktadır. Özellikle veri alıcıları tarafından büyük veri analizi ile YZ teknolojilerden üretilen katma değerin artırılabilmesi adına veri paylaşımı bakımından ortak standartların ve kuralların belirlenmesi bir ihtiyacın ötesinde zorunluluk halini almıştır. Bunları yokluğu halinde veri alıcılarının veri toplama süreçlerinin yavaşlaması ve güçleşmesi ile birlikte maliyetlerinin de artması gibi sonuçlarla karşılaşılması söz konusu olabilmektedir.

Bu noktada, veri yönetimine ilişkin bütüncül bir yaklaşımı haiz mevzuatın oluşturulması; toplanmak istenen veriler bakımından tek bir sistemin bulunması ve paylaşım için benzer şartların aranması; bahsedilen veri erişim ihtiyacının karşılanması bakımından günümüzde önem arz etmektedir.

4.3.2.1.6 Veri Yerelleştirilmesine İlişkin Düzenlemeler Kapsamında Uluslararası Veri Aktarımı İçin Belirlenen Kısıtlar

Ülkemizde son yıllarda; veri güvenliğinin artırılması, yerli dijital aktörlerin gelişiminin desteklenmesi, milli güvenliğin sağlanması, kamu düzenin korunması, yetkili merciler tarafından yürütülen inceleme ve denetimlerde verilerin erişilebilir olması gibi öncelikler doğrultusunda çeşitli sektörlerde verilerin Türkiye’de barındırılması yönünde yükümlülükler öngören veri yerelleştirme düzenlemeleri yürürlüğe girmiştir. Bankacılık,

telekomünikasyon, ulaşım, sağlık, finansal hizmetler ve e-ticaret gibi alanlarda uygulanan düzenleme örneklerine aşağıda yer verilmektedir.

5411 sayılı Bankacılık Kanunu'nun 73. maddesi kapsamında Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu; ekonomik güvenliğe ilişkin yapacağı değerlendirme neticesinde, müşteri sırrı ya da banka sırrı niteliğinde olan her türlü verinin, yurt dışındaki üçüncü kişilerle paylaşılmasını ya da bunlara aktarılmasını yasaklamaya yetkili kılınmıştır. Ek olarak; Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu, bankaların faaliyetlerini yürütmede kullandıkları bilgi sistemleri ve bunların yedeklerinin yurt içinde bulundurulması hususunda karar alma noktasında da yetkili olarak belirlenmiştir.

Elektronik İmza Kanunu'nun Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 18. maddesi uyarınca; Elektronik Sertifika Hizmet Sağlayıcısının kendi imza oluşturma ve doğrulama verileri ile sertifikasını Türkiye Cumhuriyeti sınırları içinde oluşturma yükümlülüğü bulunmaktadır. Ek olarak, imza oluşturma verilerinin bu sınırların dışına çıkarılması da yasaklanmıştır.

Elektronik Haberleşme Sektöründe Kişisel Verilerin İşlenmesi ve Gizliliğin Korunmasına İlişkin Yönetmeliğin ilkeler başlıklı 5. maddesinin ikinci fıkrası uyarınca ise milli güvenlik gerekçesiyle trafik ve konum verilerinin yurt dışına çıkarılmamasının esas olduğu hüküm altına alınmıştır. Bununla birlikte; trafik ve konum verilerinin üçüncü taraflara aktarıldığı hallerde; üçüncü tarafın yurt dışında olması durumunda verinin aktarılacağı ülkenin adı da dâhil olmak üzere Yönetmelikte sayılan bilgilerin verilerek açık rıza alınması gerektiği belirtilmektedir (m. 8(1)(e)(4)).

Başka bir örnek ise 5651 Sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun'da belirlenen verilerin yurt içinde barındırılması yükümlülüğü olarak verilebilecektir. İlgili düzenleme uyarınca Türkiye'den günlük erişimi bir milyondan fazla olan yurt içi veya yurt dışı kaynaklı sosyal ağ sağlayıcının, Türkiye'deki kullanıcıların verilerini Türkiye'de barındırma yönünde gerekli tedbirleri alması gerekmektedir (ek m. 4(6)).

Veri Depolama Kuruluşu'nun Faaliyet, Çalışma ve Denetim Esasları Hakkında Yönetmeliğin 6. maddesi uyarınca Veri Depolama Kuruluşu; Sermaye Piyasası Kurulunca belirlenen işlemlere ilişkin Veri Depolama Kuruluşuna raporlanan verileri elektronik ortamda Türkiye sınırları içinde kaydetmek ve saklamakla yükümlü tutulmuştur.

Son olarak, Cumhurbaşkanlığı Bilgi ve İletişim Güvenliği Tedbirleri Genelgesi kapsamında;

- nüfus, sağlık ve iletişim kayıt bilgileri ile genetik ve biyometrik veriler gibi kritik

bilgi ve verilerin yurtiçinde güvenli bir şekilde depolanacağı ve

- kamu kurum ve kuruluşlarına ait verilerin, kurumların kendi özel sistemleri veya kurum kontrolündeki yerli hizmet sağlayıcılar hariç bulut depolama hizmetlerinde saklanmayacağı düzenlenmiştir.

Veri yerelleştirmesi konusunda hükümler içeren düzenlemeler yukarıda sayılanlarla sınırlı olmayıp ilgili hükümler örnek niteliğinde sayılmıştır. İşbu bölümde yapılan açıklamalar ile paralel olarak; veri yerelleştirmesi konusunda ulusal mevzuatta bütüncül bir yaklaşım ile oluşturulan tekil bir düzenlemedense dağıtık bir yapının mevcut olduğu görülmektedir.

Söz konusu durum; özellikle büyük ve çeşitli veri setlerine erişim gerektiren, bulut tabanlı altyapılar üzerinde çalışan ve uluslararası iş birlikleri çerçevesinde geliştirilen YZ modelleri ve sistemleri açısından veriye erişim konusunda belirli kısıtlarla karşılaşılmasına yol açabilmektedir. Zira belirli bir alanda kullanılmak üzere tasarlanan YZ uygulamasının eğitilmesinde ve barındırılmasında kullanılan bulut altyapısının yedek yahut asıl sunucularının yurt dışında olması halinde veri yerelleştirmesine yönelik engellerle karşılaşılması söz konusu olabilecektir.

Ek olarak, YZ uygulamalarının doğru, güncel ve eksiksiz çıktı sunabilmesi adına eğitim ve test verilerinin yeterince kapsayıcı, çeşitli ve kaliteli verilerden oluşması önem arz etmektedir. Ancak Türkiye dâhil olmak üzere diğer ülkelerin de farklı veri yerelleştirme politikalarına sahip olması, farklı coğrafyalarda üretilen verilere kısıtlı erişim sorunuyla karşılaşılmasına yol açabilmekte ve bu da geliştirilen uygulamaların belirli demografik gerçekleri, coğrafi unsurları, orada yaşayan kişilere ilişkin parametreleri göz ardı eden sistemlerin geliştirilmesine sebep olabilmektedir. Bu durum da yalnızca hatalı çıktı üretimi değil; yanlı sonuçların üretilmesi riskini de beraberinde getirmektedir.

Üçüncü ülkelerde geliştirilen YZ teknolojileri bakımından Türkiye'deki belirli verilerin erişilebilir olmaması; bahse konu sorunun Türkiye'deki kullanıcılar bakımından da ortaya çıkmasına sebebiyet verebilecektir. Zira Türkiye'deki gerçekliklerin, bulguların, kişilerin dâhil edilmediği eğitim verileri ile geliştirilen YZ sistemlerinin çıktılarının Türkiye'de kullanılması halinde, sistemlerin hata payının yüksek olabileceği değerlendirilmektedir. Örneğin sağlık alanında geliştirilen YZ tabanlı tanı ve karar destek sistemleri, farklı demografik ve coğrafi gruplardan elde edilen veri setlerine erişemediğinde algoritmaların genellenebilirliği ve klinik doğruluğu azalabilmektedir. Özellikle de nadir hastalıkların tespitinde kritik sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Ulaşım sektöründe kullanılan YZ'ye dayalı akıllı trafik yönetim sistemlerinin, farklı şehirlerden ve ülkelerden gelen gerçek zamanlı veriye erişememesi ise sistem optimizasyonunu ve acil durumlara müdahale

kapasitesini sınırlayabilmektedir.

Veri yerelleştirmesi odaklı düzenlemeler, özel sektör tarafından ekonomik anlamda kısıtlayıcı etkiler doğurması nedeniyle de eleştirilebilmektedir. Nitekim veri yerelleştirme düzenlemeleri nedeniyle çok uluslu şirketlerin yurt dışına veri aktaramaması sonucunda yüksek uyum ve operasyonel maliyetlerle karşılaşmaları ve müşterilere gelişmiş çözümler sunulamaması sebebiyle potansiyel gelir kaybı riski taşımaları gündeme gelmektedir. Bu noktada; ülke çapında ticari faaliyetlerin aksaması, yatırımların geri çekilmesi yahut yeni yatırımların engellenmesi gibi olumsuz sonuçlarla karşılaşılması söz konusu olabilmektedir. OECD – WTO tarafından yapılan bir iş dünyası anketinden elde edilen bulgular bu endişeleri doğrular nitelikte olup veri yerelleştirme önleminin türüne bağlı olarak bu önlemlerin veri yönetim maliyetlerini %15 ile %55 oranında artırabileceğini ortaya koymaktadır.[1437]

Bu çerçevede, veri güvenliğinin, erişilebilirliğinin ve gizliliğinin sağlanmasının yanı sıra; sınır ötesi veri dolaşım serbestisinin de dijital ekonominin sağlıklı işleyişi açısından kritik önem taşıdığı görülmekte olup veri yerelleştirilmesi bakımından ülke genelinde bütüncül bir yaklaşıma sahip olunmasının bir ihtiyaçtan öte zorunluluk haline geldiği değerlendirilmektedir.

4.3.2.2 Ulusal Seviyede Veri Yönetişiminin Güçlendirilmesine Yönelik Politika Hedefleri

4.3.2.2.1 On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) Stratejik Hedefleri ve Tedbirleri

Yukarıdaki başlıklarda tespit edilen hususlar ışığında; veriye dayalı hizmetler, ürünler ve sistemlerin günden güne gelişmesi ve mevcut süreçler bakımından vazgeçilmez bir unsur haline gelmesi ile birlikte veri yönetişimi çerçevesine duyulan ihtiyaç; ulusal politika belgelerinde yerini almış ve planlanan hedefler arasında belirtilmiştir.

Veri paylaşımı, sınır ötesi aktarımı, güvenliği ve gizliliği dâhil olmak üzere veri yönetişimi bakımından genel bir çerçeve niteliğini haiz ulusal bir düzenlemenin oluşturulması adına; On İkinci Kalkınma Planı'nda (2024-2028) yer alan 584. politika doğrultusunda ulusal ölçekte veri yönetişim çerçevesinin belirlenerek gerekli teknik, kurumsal ve mevzuat altyapısının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Söz konusu politika hedefinin gerçekleştirilmesi

[1437] OECD, "The Nature, Evolution and Potential Implications of Data Localisation Measures, OECD Trade Policy Paper (November 2023)", https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/11/the-nature-evolution-and-potential-implications-of-data-localisation-measures_249df37e/179f718a-en.pdf (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

bakımından ise aşağıdaki tedbirler belirlenmiştir;

“584.1. Ulusal Veri Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanarak uygulamaya konulacaktır.

584.2. Sınır aşan veri transferlerine ilişkin temel yaklaşım ve kuralları ortaya koyan çalışmalar yapılacaktır.”

Bunların dışında; belirli Komisyon toplantılarında dile getirilen hususlardan biri olan veri merkezlerine yönelik düzenleme yapılması ihtiyacı konusunda da On İkinci Kalkınma Planı’nda (2024-2028) belirli hedeflerin öngörüldüğü görülmektedir. Bu doğrultuda; 585. politika çerçevesinde ülkemizin veri depolama, işleme ve iletimi faaliyetleri kapsamında dışa bağımlılığının azaltılması ve bölgesel veri merkezi üssü olması için gerekli tedbirlerin alınması yönünde politika hedefine yer verilmiştir. Bahse konu politika hedefinin gerçekleştirilmesi bakımından ise aşağıdaki tedbirler öngörülmüştür:

“585.1. Veri merkezi hizmeti sunan yerli firmaların gelişimini teşvik edecek ve rekabeti etkinleştirecek mekanizmalar oluşturulacaktır.

585.2. Veri merkezlerine yönelik güvenlik ve hizmet sunum standartları geliştirilecektir.”

Tüm bunların dışında; sağlık, eğitim, güvenlik hizmetleri ve sosyal hizmetler, sosyal yardımlar ve yoksullukla mücadele gibi spesifik alanlarda da belirlenen konularda veri üretiminin sağlanması, veri paylaşımının kolaylaştırılması ve veri altyapısı ile sistemlerinin oluşturulması, güçlendirilmesi ve entegre edilmesi ile veri toplama kapasitesinin artırılmasına yönelik politika hedefleri ve tedbirlerine de yer verilmiştir.

On İkinci Kalkınma Planı’nda (2024-2028) “Dijital Devlet” başlığı altında 967. politika doğrultusunda kamu kurumlarında veri yönetişimi ile ileri veri analitiği kapasitesinin geliştirilmesi ve kurumlar arası veri paylaşım mekanizmalarının güçlendirilmesi için belirlenen hedef örnek gösterilebilecektir. Söz konusu hedefin gerçekleştirilmesi adına çeşitli tedbirler belirlenmiş olup bunlardan, kamu verisinin paylaşımına yönelik hukuki düzenlenmelerin yapılması ve Ulusal Açık Veri Portalının hayata geçirilmesi tedbiri öne çıkmaktadır.

4.3.2.2.2 2024 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

2024 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında (mülga) CBDDO; On İkinci Kalkınma Planı’nda (2024-2028) yer alan Ulusal Veri Stratejisi ve Eylem Planının hazırlanmasına ilişkin 584.1 numaralı Tedbir bakımından ana sorumlu kurum olarak belirlenmiştir. İlgili tedbir bakımından Adalet Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, STB, Ticaret Bakanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Kişisel Verileri Koruma

Kurumu ve TÜİK ise ilgili kurum olarak yer almıştır.

Ek olarak; 584.2 numaralı "sınır aşan veri transferlerine ilişkin temel yaklaşım ve kuralları ortaya koyan çalışmaların yapılması" tedbiri bakımından da yine (mülga) CBDDO sorumlu kurum olarak belirlenmiştir. İlgili çalışmanın gerçekleştirilmesi bakımından ilgili kurumlar ise Dışişleri Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı ve Kişisel Verileri Koruma Kurumu olarak öngörülmüştür.

On İkinci Kalkınma Planı'nda (2024-2028) yer alan 585.1 numaralı veri merkezi hizmeti sunan yerli firmaların gelişiminin teşvik edilmesi ve rekabeti etkinleştirecek mekanizmaların oluşturulması Tedbiri bakımından Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı sorumlu kurum olarak belirlenmiştir. Bu noktada; veri merkezi sektörünün gelişmesine imkân veren düzenleyici çerçeve çalışmasının gerçekleştirilmesi faaliyeti bakımından ilgili kurumlar da (mülga) CBDDO, STB, BTK, Kişisel Verileri Koruma Kurumu ve TÜBİTAK olarak belirlenmiştir.

Devamla, veri merkezlerine yönelik güvenlik ve hizmet sunum standartlarının geliştirilmesini konu alan 585.2 numaralı tedbirin yerine getirilmesi bakımından STB sorumlu kurum olarak öngörülmüş olup (mülga) CBDDO, Türk Standartları Enstitüsü ve BTK da ilgili kurumlar olarak programda yer almıştır.

Son olarak, 967.4 numaralı kamu verisinin paylaşımına yönelik hukuki düzenlenme yapılmasına ilişkin faaliyet bakımından da (mülga) CBDDO ana sorumlu kurum olarak belirlenmiştir. İlgili kurumlar ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Kişisel Verileri Koruma Kurumu ve TÜİK olarak sayılmıştır.

4.3.2.2.3 2025 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı

2024 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı kapsamında yer alan faaliyetlerden tamamlanması beklenenler ile söz konusu faaliyetlerden sorumlu kurumlar 2025 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programında tekrar yer almış olup bugüne kadar tamamlanan çalışmalar bakımından da ek bilgiler verilmiştir. Bu noktada; 2024 yılı Programı kapsamında belirlenen faaliyetlere yönelik olarak ön inceleme, ülke ve saha araştırmaları, taslak oluşturma, paydaşlarla görüşme şeklinde çeşitli çalışmaların gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Bu bağlamda; (mülga) CBDDO tarafından UNDP iş birliği ile yürütülen çalışmalar kapsamında Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu'nun hazırlandığı ve 21.02.2024 tarihinde yayımlandığı belirtilmiştir. Söz konusu raporun Ulusal Veri Stratejisine temel teşkil etmek adına oluşturulduğu belirtilerek Ulusal Veri Stratejisi'nin teknik şartname taslağının hazırlanmakta olduğu bilgisine yer verilmiştir. Ek olarak, Ulusal Veri Stratejisi hazırlıkları

çerçevesinde, (mülga) CBDDO tarafından Türkiye'de veri erişimini, kullanımını ve paylaşımını kapsayıp bunları tanımlayacak bir yönetişim çerçevesinin hazırlanmasına yönelik bir projenin başlatıldığı da belirtilmiştir.

4.3.2.3 Türkiye'de Veri Yönetişiminin Güçlendirilmesine Yönelik Stratejik ve Hukuki Çalışmalar

Türkiye'de verinin stratejik önemi dikkate alınarak bu alandaki hukuki ve kurumsal altyapının güçlendirilmesi adına Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programları ve On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) doğrultusunda belirlenen hedefler çerçevesinde (mülga) CBDDO bünyesinde ilgili kurumlarla iş birliği gözetilerek gerekli çalışmalar başlatılmıştır. Yukarıdaki başlıklarda bahsedilen açık veriye ilişkin yürütülen hukuki düzenleme çalışmaları ile Ulusal Veri Stratejisi'nin amacı ve kapsamına ilişkin detaylı açıklamalara alt başlıklarda yer verilmektedir.

İlgili politika ve planlama dokümanlarının yanı sıra; UYZS'nin "3.Kaliteli Veriye ve Teknik Altyapıya Erişim İmkânlarını Genişletmek" stratejik önceliği kapsamında "YZ ve ileri analitik araştırmalarında kullanılacak verilerin güvenli şekilde paylaşımına yönelik bir veri yönetişim mekanizması kurulacaktır." stratejik amacı belirlenmiştir.[1438] Söz konusu stratejik amaç altında ise çeşitli paydaşlar arasında güvenli ve kesintisiz veri paylaşımını kolaylaştıracak; kurumların bu bağlamdaki yetki ve sorumluluklarını belirleyecek düzenlemelerin yapılması ve veri yönetişim rehberlerinin yayımlanmasına yönelik tedbirlere yer verilmiştir.

Söz konusu tedbirler göz önünde bulundurularak; UYZS Yönlendirme Kurulunun 2022 yılının Nisan ayında gerçekleştirdiği ikinci toplantısında "Veri Yönetişimi Çalışma Grubu" kurulmuş olup ilgili çalışma grubunun yönetimi (mülga) CBDDO tarafından üstlenilmiştir. Veri Yönetişimi Çalışma Grubu'nda kapsayıcılık ilkesi doğrultusunda çok paydaşlı bir temsilci dağılımı sağlanmış olup kamu sektöründen, özel sektörden ve akademinden olmak üzere 2023 yılında toplamda 24 temsilci yer almış olup 2024 yılında temsilci sayısı 38'e, 2025 yılında ise 40'a ulaşmıştır. İlgili Çalışma Grubu; periyodik olarak gerçekleştirdiği toplantılar çerçevesinde temsilcilerinden (mülga) CBDDO tarafından hazırlanmakta olan İleri Analitik ve YZ Veri Yönetişimi Mevcut Durum ve İhtiyaç Değerlendirmesi Raporu ile UNDP ve (mülga) CBDDO tarafından hazırlanan Türkiye için

[1438] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025, https://cbddo.gov.tr/uyzs (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporuna[1439] yönelik görüş ve katkılar almıştır.

Türkiye İçin Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu, mevcut durum değerlendirmesi bakımından önemli bulgular ortaya koyan, bu alanda atılacak adımlar, hazırlanacak düzenleme ve stratejiler bakımından önemli bir rehber olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda ilgili raporun içeriği ve ana çıktıları aşağıda paylaşılmaktadır.

4.3.2.3.1 Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu

(Mülga) CBDDO ile UNDP tarafından; Türkiye'de veri erişimini, kullanımını ve paylaşımını tanımlayacak olan bir yönetişim çerçevesi oluşturulmasına yönelik 2023 yılında başlatılan proje kapsamında "Türkiye için Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu" hazırlanmıştır.[1440] İlgili rapor, Ulusal Veri Stratejisi çalışmalarına hazırlık niteliğinde olup çalışma sürecinde UNDP tarafından iyi uygulama örnekleri bağlamında ülke incelemeleri gerçekleştirilmiş ve BM, OECD, AB, Dünya Bankası, ASEAN gibi uluslararası organizasyonlar da bu incelemeye dâhil edilmiştir. İlaveten, ülkemizin ihtiyaçlarını ve gereksinimlerini belirlemek adına kamu kurum ve kuruluşları ile 31, STK ile 5, özel sektör ile 4 ve akdemi ile 3 fiziki ve çevrim içi istişare toplantıları gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılar neticesinde elde edilen bulgular, alınan öneri ve görüşler ile yapılan araştırmalar sonucunda yapılması gerekenlere ilişkin önerileri de içeren Türkiye için Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporuna ilişkin bulgular 21 Şubat 2024[1441] tarihinde gerçekleştirilen lansman ile paylaşılmış olup raporun nihai hali 1 Nisan 2024 tarihinde yayımlanmıştır.[1442]

Söz konusu rapor doğrultusunda Türkiye'nin ulusal veri yönetişimine ilişkin tavsiyeler 5 ana eksen etrafında şekillendirilmiştir:

- Politikalar, mevzuat ve düzenlemeler,
- Kurumlar, mekanizmalar ve süreçler,
- İnsanlar,
- Teknoloji ve altyapı,
- Ortaklıklar.

Bahse konu eksenlerden politikalar, mevzuat ve düzenlemeler ile kurumlar,

[1439] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Türkiye için Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu Yayımlandı", https://cbddo.gov.tr/haberler/6823/turkiye-icin-veri-yonetisimi-cercevesi-oneri-raporu-yayimlandi (Erişim Tarihi: 03.08.2025).
[1440] a.g.e.
[1441] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Ulusal Veri Stratejisi", https://cbddo.gov.tr/ulusal-veri-stratejisi/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1442] United Nations Development Programme, "Veri Yönetişimi Çerçevesi - Türkiye için Tavsiye Raporu", 01.04.2024, https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/veri-yonetisimi-cercevesi-turkiye-icin-tavsiye-raporu (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

mekanizmalar ve süreçlere ilişkin ilk iki eksen aşağıda detaylıca ele alınmaktadır.

4.3.2.3.1.1 Politikalar, Mevzuat ve Düzenlemeler

Raporda politikalar, mevzuat ve düzenlemeler ekseni bakımından; veri yönetişimine ilişkin ulusal mevzuatın küresel ve bölgesel düzenlemelerle uyumlu hale getirilerek ve ulusal öncelikler gözetilerek güçlendirilmesi önerilmiştir.[1443] Bu süreç boyunca; diğer ülkelerin kişisel olmayan verilere yönelik çeşitli hukuki yaklaşımlarının titiz bir şekilde değerlendirilmesi ve özellikle Türkiye'nin AB üyeliğine yönelik süreç göz önünde bulundurarak, AB Veri Yönetişimi Yasası ve Veri Yasasına uyumun nasıl gerçekleştirilebileceğinin değerlendirilmesi önerilmiştir. Bu noktada; pek çok kamu kurumunun ayrı özel düzenlemeye sahip olması gereği, olası tutarsızlıkların önlenmesi adına veri yönetimi konusunda kapsamlı bir çerçeve mevzuat oluşturulmasının önemine dikkat çekilmiştir.

Bununla birlikte, Türkiye'deki sektörlere özgü düzenlemelerin daha geniş kapsamlı veri yönetişim politikalarıyla uyumlu olmasının sağlaması gerektiği de belirtilmiştir. Sektörlere özgü mevzuatın diğer sektörler veya paydaşlar üzerindeki etkisinin risk-fayda analizi ile birlikte çok paydaşlı bir mekanizma tarafından değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Tüm bunlara ek olarak, kamu kurumlarının kişisel olmayan veriler için bir veri paylaşımı risk değerlendirme modeli geliştirmesi önerisine yer verilmiş olup bu modelin; verilerin hangi kuruluşlarla, hangi amaçlarla ve nasıl paylaşılıp kullanılacağına ilişkin hususları da dikkate alarak mevcut riskleri azaltabileceği belirtilmiştir.

Devamla, verilerin daha basit ve hızlı bir şekilde proaktif olarak paylaşılmasına yönelik paydaşların da taahhütlerini beyan edebilmeleri için Veri Paylaşımı Yönetişim Çerçevesi Taahhüt Belgesi hazırlanması da ek bir öneri olarak sunulmuştur. Başka bir ana öneri unsuru ise anlaşılır ve uygulanabilir rehber ve standartlarla desteklenen Ulusal Veri Stratejisinin hazırlanması olarak gösterilmektedir.

4.3.2.3.1.2 Kurumlar, Mekanizmalar ve Süreçler

Türkiye'de veri konusunda genel bir çerçeve oluşturulurken dikkate alınması gerektiği belirtilen ikinci ana eksen ise kurumlar, mekanizmalar ve süreçlerdir.[1444] Bahse konu tavsiye doğrultusunda, Türkiye'nin merkezî veri yönetişiminin ve liderliğinin güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Özellikle veri yönetişimi liderleri ve sorumlularının belirlenmesi

[1443] a.g.e., s. 5.
[1444] a.g.e., s. 7.

yoluyla, veriyle ilgili girişimlerin denetiminin ve veri yönetişimi politikalarına uyumun sağlanması gerektiği belirtilmiştir.[1445] Hazırlanacak mevzuat ile birlikte; birlikte çalışabilirlik, kullanım, güvenlik ve gizlilik gibi konularda en üst düzeyde yetki sahibi olan kişilerin belirlenmesinin önem arz ettiği ifade edilmiştir. Bu noktada en önemli adımlardan biri; Baş Veri Sorumlusu (Chief Data Officer) rolünün tanımlanması ve atanması olarak öngörülmüştür. Bu adımın ise etkili veri yönetişimini teşvik etmek için ulusal bir veri kurulunun yahut benzer kurumların kurulmasına öncülük edebileceği ifade edilmiştir.[1446]

İlaveten, veri kullanıcıları, veri sorumluları ve komiteler dahil olmak üzere veri ekosistemindeki çeşitli paydaşların rolleri ve sorumluluklarının açıkça tanımlanmasının önem arz ettiğine dikkat çekilmiştir. Buna paralel olarak, söz konusu rol ve sorumluluklara yönelik etkin uyumun sağlanması için hesap verebilirlik mekanizmalarının oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

Devamla, verilerin stratejik yönetimini denetlemekle sorumlu merkezî bir veri yönetim ofisinin kurulması önerilmiştir. İhdas edilecek ofisin veri politikasının çerçevesinin oluşturulması, yönetilmesi ve periyodik olarak gözden geçirilerek revize edilmesinden sorumlu olması gerektiği belirtilmiştir. Ek olarak, söz konusu ofisin veri yönetimi ve veri kalitesi yönetimi için kurallar oluşturma yetkisine de sahip olabileceği, veri yönetimi konusunda en iyi uygulamaları tanımlayıp paylaşabileceği ve kamu sektörü kuruluşlarının kendi eylem planlarını oluşturmalarına destek olabileceği ifade edilmiştir.

Diğer yandan, veriye dayalı karar alma süreçlerinin kolaylaştırılması bakımından ulusal veri kurulu ve kurumlar arası çalışma grupları da dahil olmak üzere koordinasyon mekanizmalarının oluşturulması önerisine yer vermiştir. Söz konusu koordinasyon mekanizmalarının; (mülga) CBDDO, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB), bakanlıklar, devlet kurumları, STK'lar, akademisyenler, özel sektör kurumları ve medya gibi paydaşların veri paylaşımını teşvik etme ve karar alma süreçlerinde verilerin kullanımını artırmalarına olanak tanıyabileceği belirtilmiştir. Açık veri portalının ise veriye dayalı karar almayı teşvik etmek ve şeffaflık ile hesap verebilirliği artırmak için önemli bir kurumsal mekanizma olduğuna dikkat çekilmiştir.

Tüm bu önerilerin tasarlanması ve etkili şekilde uygulanması bakımından başka bir hususa dikkat çekilmiştir: kamu sektöründe bir iletişim mekanizması veya planı geliştirilerek veri gündemine ilişkin ortak bir vizyon ve anlayışın oluşmasının sağlanması.

[1445] a.g.e., s. 62.
[1446] a.g.e., s. 62.

Oluşturulan ortak vizyon doğrultusunda uygulamaya geçirilecek olan politikaların ve uygulamaların etkinliğinin takip edilebilmesi bakımından ise ayrı bir izleme ve değerlendirme mekanizması oluşturulmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Söz konusu mekanizmanın; düzenli incelemeler, denetimler, uygunluk kontrolleri içerebileceği ve uygunsuzluk durumunda yaptırımlar öngörebileceği ifade edilmiştir. Ek olarak söz konusu mekanizmanın; veri konusunda belirlenen ulusal stratejilerin sürekli iyileştirilmesini ve uyarlanmasını sağlayarak, özellikle yeni teknolojiler ile birlikte artan veri yönetimi zorlukları açısından dayanıklı, uyarlanabilir ve sürdürülebilir olmalarını sağlayacağına dikkat çekilmiştir.

4.3.2.3.2 Açık Veri

Çeşitli demografik ve coğrafik gerçeklikleri ortaya koyan, kapsayıcı ve kaliteli veriye erişim, YZ teknolojilerine dayalı olarak geliştirilen hizmetlerin ve ürünlerin kullanıcı tercihleriyle uyumlu şekilde çalışması, doğru ve tarafsız çıktılar üretmesi bakımından zaruret arz etmektedir. Erişilebilirlik ve kullanılabilirlik ise veriden yararlanmanın temel koşulu olarak değerlendirilmektedir. Bu noktada; açık veri ve açık devlet verisi kavramları, veriye erişim kapasite ve imkânlarının artırılması bakımından önemli bir araç olarak karşımıza çıkmakta olup kamu idareleri tarafından şeffaflığın ile hesap verebilirliğin sağlanması bakımından da önemli rol oynamaktadır.

Tüm bu açıklamalar doğrultusunda açık veri; YZ teknolojilerinin eğitilmesinde kullanılabilecek veriye erişimdeki kısıtlar bakımından öne çıkan çözümlerden biridir. Açık Veri ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Bilal EREN tarafından; Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında da kullanılabilir veri setlerine erişim bakımından açık verinin önemi vurgulanmıştır.[1447] Veri olmadan YZ'nin olmayacağı; millî açık veri olmadan ise yerli ve millî YZ'nin mümkün olamayacağının altı çizilerek "Mümkün olduğu kadar açık, gerektiği kadar kapalı." felsefesine sahip oldukları belirtilmiştir.[1448]

Açık veri kavramı ile birlikte benzer noktaları olan ve ortaya çıkışı daha eski olan bir diğer kavram ise bilgi edinme hakkı olarak değerlendirilebilecektir. 4982 sayılı Bilgi Edinme Kanunu kapsamında kişilerin kurum ve kuruluşların ellerinde bulunan veya görevleri gereği bulunması gereken bilgi veya belgelere ilişkin başvuruda bulunmasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmektedir. Ancak bilgi edinme hakkı kapsamında yapılan başvurular sonucunda; yalnızca başvuruda bulunan kişilerle ve başvuru konularıyla sınırlı şekilde kamu verisi paylaşılmaktadır. Buna karşın; açık devlet verisi daha geniş kitlelerle paylaşılan ve başvuru

[1447] Bilal Eren'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1448] a.g.e.

esasına dayalı olmayan bir veri paylaşımını ifade etmektedir.

Açık veri; Open Data Institute tarafından, "Açık veri herkesin erişebileceği, kullanabileceği ve paylaşabileceği verilerdir" şeklinde tanımlamaktadır.[1449] Bahse konu veriler, kamu hizmetlerinin verimliliğini artırmak, vatandaş katılımını teşvik etmek, yenilik ve ekonomik büyümeyi desteklemek ve kamu kurumları ile vatandaşlar arasındaki bilgi asimetrisini ortadan kaldırmak gibi çeşitli faydalar sunmaktadır.

Açık devlet verisi ise, "açık veri" ile "devlet verisi" kavramlarının kesişiminde yer almakta; kamu kurumları tarafından üretilen ve yönetilen verilerin herkesin kullanımına sunulması anlamını taşımaktadır.[1450] Bu doğrultuda, açık devlet verisi açık verinin bir alt kümesi olarak değerlendirilmektedir.

Açık Veri ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Bilal EREN, Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında merkezî hükûmetin hiç açık veri organizasyonu yahut açılma programı olmadığını, dolayısıyla Ankara'da hiçbir kurumun hemen hemen açık veri programına sahip olmadığını belirtmiştir.[1451] Bu noktada; tıpkı e-Devlet'te olduğu gibi açık veri konusunda da liderliğe ihtiyaç duyulduğunu; muhafazakâr davranan kurumların ikna edilmesi, bazı durumlarda ise zorunlu tutulması sayesinde e-Devlet uygulamasının dünyanın en başarılı projelerinden biri olduğunu belirterek aynı modelin açık verilerin kamu kurumları tarafından yayımlanması için de kullanılabileceğini ifade etmiştir. Ek olarak; ABD eski Başkanı Barack OBAMA'nın başkanlık döneminde bu konuya liderlik etmesi sayesinde Amerika'da kamu verilerinin %23'ünün açık durumda olduğunu bu nedenle ülkemizde de aynı liderliğin yürütülmesine ihtiyaç duyulduğuna dikkat çekmiştir.

Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında açık verilerin güvenilir olup olmadığı, bu verilerin güvenliğinin nasıl sağlanacağı ve doğruluğunun hangi kurum ve kim tarafından teyit edileceği sorulmuştur.[1452] Ek olarak; YZ teknolojilerinin teyit edilmemiş kirli açık verilerle eğitilmesi halinde hatalı çıktılar üretebileceğine dikkat çekilmiş ve bir bilginin standardizasyonu ve güvenliği konusunda nasıl bir yaklaşıma sahip olunacağına ilişkin soru yöneltilmiştir. Açık Veri ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Bilal EREN; ilgili soruya cevaben, bu konuda kesinlikle bir yol haritasına sahip olunması gerektiğini belirterek

[1449] Open Data Institute, "What is Open Data?", https://theodi.org/news-and-events/blog/what-is-open-data/ (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1450] The World Bank, "Open Data for Economic Growth" 25.06.2014, https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Open-Data-for-Economic-Growth.pdf (Erişim Tarihi: 15.07.2025).
[1451] Bilal Eren'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1452] 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

"hangi kurum bu konuya liderlik edecekse -Dijital Dönüşüm Ofisine bu görev verilmişti- o kuruma bu bilgilerin açılması konusunda mutlaka o ilgili bakanlıklarda, ilgili kamu kurumlarında bununla ilgili bir birim kurulması" gerektiği ifadesinde bulunmuştur.[1453]

Söz konusu husus bakımından; Komisyonun 18.02.2025 tarihli toplantısında (mülga) CBDDO Analisti Av. İlayda SÜER, açık veri konusunda gerekli standartların belirlenmesinin hem kamu hem de özel sektör bakımından kritik önemi haiz olduğunu belirtmiştir.[1454] Bu noktada; (mülga) CBDDO tarafından, açık veri alanına yönelik hususların da ele alınacağı Ulusal Veri Stratejisi çalışmalarının yanı sıra; TÜİK iş birliği ile kurumlar arası veri paylaşımına yönelik Kamu Veri Alanı projesinin başlatıldığını belirterek bu çalışmalara paralel olarak açık veri mevzuatı hazırlıklarının yürütüldüğü bilgisini paylaşmıştır.[1455] Ancak açık verilerin; YZ teknolojilerinin geliştirilmesine katkı sunmakla birlikte, birleştirilmeleri sonucunda stratejik risklerin ortaya çıkmasına da yol açabilecek olmaları nedeniyle bu hususta değerlendirilmesi gereken birden çok menfaatin söz konusu olduğuna dikkat çekmiştir. Dolayısıyla (mülga) CBDDO tarafından yürütülen çalışmaların hem veri ihtiyaçlarının hem de kurumların sahip olduğu çekincelerin dikkate alınarak ilerletildiğini belirtmiştir.

Bu noktada; Komisyon toplantılarında, açık veri paylaşımı konusunda yadsınamaz bir ihtiyacın olduğu hususunda uzlaşıya varılırken; seçilecek veri setleri türleri, bu veri setlerinin niteliği, güvenlik ve gizlilik bakımından risk teşkil etmemesi gibi kriterlerin önemine dikkat çekilmiştir. Veri alanındaki uluslararası düzenlemelerin ele alındığı başlıkta da belirtildiği üzere; AB'de 2019 yılında PSID[1456] kabul edilmiştir. Bununla birlikte ABD'de bu alanda kabul edilen Açık Devlet Yönergesi (The Open Government Directive)[1457] bulunmaktadır. Söz konusu düzenlemeler ile birlikte genel itibarıyla; kamu kurumlarının verilerinin yeniden kullanıma imkân verecek şekilde kamuoyuyla paylaşmaları bakımından izlenecek usul ve esaslar düzenlenmektedir. Bu doğrultuda; (mülga) CBDDO tarafından yürütülmüş olan çalışmalarda da açık devlet verisine ilişkin AB düzenlemeleri başta olmak üzere ulusal ve uluslararası teknik, idari ve hukuki düzenlemeler ve standartlar göz önünde bulundurularak Türkiye için Açık Devlet Verisi Mevzuat Taslağı hazırlanmıştır.

Yürütülen çalışmalar kapsamında, merkezi ve yerel yönetim kamu idareleri ile

---

[1453] Bilal Eren'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1454] İlayda Süer'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1455] a.g.e.
[1456] Directive (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on Open Data and the Re-Use of Public Sector Information, https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj/eng (Erişim Tarihi: 03.08.2025)
[1457] H.R.4174 - Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018, 2018, https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4174 (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

akademi ve sivil toplum kuruluşlarından temsilcilerin katılımıyla 7.11.2024 ve 20.02.2025[1458] tarihlerinde Ankara'da tüm gün süren iki çalıştay düzenlenmiştir. Bu çalıştaylarda 60'tan fazla katılımcı ile açık devlet verisi açısından ülkemizdeki mevcut durum, ihtiyaçlar ve olası mekanizmalar değerlendirilmiştir. 17.06.2025 tarihinde ise Türkiye'de Açık Devlet Verisi ve Yasal Altyapı Hazırlığı Araştırması kapsamında "Dünya'da ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu" gerçekleştirilmiştir.[1459] Sempozyuma akademisyenler, kamu ve özel sektör, çeşitli sivil toplum kuruluşları olmak üzere 30 farklı kurumdan 65 kişi katılım göstermiştir. Açık devlet verisinin dünya genelindeki uygulamaları ve Türkiye'deki durumu üzerine görüşler paylaşılmıştır.

4.3.2.3.3 Ulusal Veri Stratejisi

Veriler; bilgilendirici yönü dışında, politika ve ekonomi gibi pek çok alanda karar alma süreçlerini etkileyebilmektedir. Bu kapsamda veri; mahremiyet ve güvenlik bağlamında değerlendirildiğinde risk unsuru olarak görülebilirken kullanıldığı amaç ve bağlam çerçevesinde sunabileceği potansiyel katkılar dikkate alındığında ise değer yaratma potansiyeli ile öne çıkmaktadır. Orta Vadeli Program (2024-2026)'da verinin bu stratejik öneminden yola çıkılarak; "Veri esaslı rekabet gücünün artırılmasına yönelik ulusal veri stratejisi hazırlanacaktır." tedbirine yer verilmiştir. Yukarıda açıklandığı üzere On İkinci Kalkınma Planı ile Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programlarında da yine Ulusal Veri Stratejisinin hazırlanması yönünde politika ve tedbirlere yer verilmiştir.

Ulusal Veri Stratejisinin hazırlık çalışmaları kapsamında; ilk aşamada (mülga) CBDDO tarafından UNDP iş birliği ile detayları yukarıda açıklanan "Türkiye İçin Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu hazırlanmıştır.[1460] 2025 yılının ilk çeyreğinde; (mülga) CBDDO tarafından Ulusal Veri Stratejisinin ana eksenleri ve tamamlayıcı bileşenleri belirlenmiş olup eş zamanlı olarak seçili ülkelere yönelik genel inceleme çalışmaları yürütülmüştür. Bu doğrultuda; Türkiye'nin coğrafi, siyasi, ekonomik, teknolojik, sosyal ve hukuki altyapısı dikkate alınarak dengeli bir yaklaşım ile birlikte; ülkenin mevcut durum ve ihtiyaçlarına uygun olan en iyi bölge uygulamalarının seçilerek ilerleneceği bir hazırlık çalışması başlatılmıştır.

[1458] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Türkiye'de Açık Devlet Verisi Mevzuatı Hazırlık Çalıştayı Gerçekleştirildi", https://cbddo.gov.tr/haberler/6896/turkiye-de-acik-devlet-verisi-mevzuati-hazirlik-calistayi-gerceklestirildi (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

[1459] Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, "Dünyada ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu", 16.06.2025, https://www.setav.org/etkinlikler/dunyada-ve-turkiyede-acik-devlet-verisi-sempozyumu (Erişim Tarihi: 15.07.2025).

[1460] United Nations Development Programme, a.g.e.

4.3.2.3.4 Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu Konulu Taslak Genelge Çalışması

Veri yerelleştirilmesine ilişkin düzenlemelerin incelendiği yukarıdaki bölümde; uluslararası veri aktarımı kısıtlarına yönelik ortak bir çerçevenin bulunmadığı hususuna yer verilmiştir. Bu durumun ise; ticari faaliyetlerden YZ teknolojilerinin etkin ve doğru tasarlanıp çalışabilmesine kadar pek çok konuda ek zorluklarla karşılaşılmasına sebep olabileceği belirtmiştir. Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK) çalışmaları kapsamında 2021 yılında oluşturulan Bilişim Çalışma Grubunun koordinasyon görevi (mülga) CBDDO tarafından yürütülmüş ve bu çerçevede sorumluluğu (mülga) CBDDO'ya verilen "Veri Aktarımına İlişkin Ulusal Politikaların Ticareti Destekleyici Çerçeveye Dönüştürülmesi" eylemi uyarınca bir öneri raporu oluşturulması öngörülmüştür. İlgili kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör temsilcilerinin de katkılarıyla "Veri Aktarımına İlişkin Ulusal Politikaların Ticareti Destekleyici Çerçeveye Dönüştürülmesi" raporu hazırlanmıştır.

Diğer taraftan; 12.12.2023 tarihinde Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet YILMAZ başkanlığında toplanan YOİKK tarafından 2024-2025 Eylem Planı nihai haline getirilmiş ve yukarıda bahsi geçen eylemin bu dönemde de Eylem Planında yer almasına karar verilmiştir. Söz konusu eylem kapsamında, raporda önerilen yönetişim yapısının hayata geçirilerek veri yerelleştirmesiyle ilgili mevzuatın risk değerlendirmesinin yapılması ve bu değerlendirmeler doğrultusunda mevzuat güncelleme önerilerinin hazırlanması öngörülmüştür. Bu kapsamda, YOİKK 2024 Yılı Eylem Planının[1461] 8 numaralı "Veri Aktarımına İlişkin Ulusal Politikaların Ticareti Destekleyici Çerçeveye Dönüştürülmesi" eylemi bakımından (mülga) CBDDO sorumlu kurum olarak belirlenmiştir.

Bu doğrultuda; (mülga) CBDDO tarafından Veri Yerelleştirme Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu'nun kurulmasına yönelik çalışmalar yürütülmüş, Adalet Bakanlığı, KVKK, STB ve T.C Ticaret Bakanlığı ile "Veri Yerelleştirmesi Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu" konulu Cumhurbaşkanlığı Genelgesi Taslağı'na ilişkin toplantılar düzenlenerek sivil toplum kuruluşlarından, özel sektörden ve kamu kurumlarından taslağa ilişkin görüşler alınmıştır. İletilen görüşler dikkate alınarak "Veri Yerelleştirmesi Mevzuatı Risk Değerlendirme Komisyonu" konulu Cumhurbaşkanlığı Genelgesi Taslağı yeniden düzenlenmiştir.

[1461] Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK), "2024 Yılı Eylem Planı", https://www.yoikk.gov.tr/upload/EylemPlanlari/2023EP/YOI%CC%87KK_2024_Eylem_Plan%C4%B1_WEB.pdf (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

Bunu takiben, (mülga) CBDDO tarafından "Risk Değerlendirme Komisyonu Çalışma Yönergesi Taslağı" hazırlanmıştır. Ancak, (mülga) CBDDO'nun kapatılması sonrası ilgili süreç STB'ye devredilmiştir.

4.3.3 Yapay Zekâ ve Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku İlişkisi

YZ'nin geliştirilmesiyle ve kullanımıyla doğrudan ilgili olduğu tespit edilen bir diğer hukuk alanı fikri mülkiyet hukuku ve daha özelde fikir ve sanat eserleri hukukudur. YZ sistem ve modellerinin geliştirilmesi için büyük miktarda verinin eğitim, test ve doğrulama veri seti olarak toplanması ve işlenmesi gerekmektedir. Bir YZ sistem ve modelinin geliştirilmesi için gereken verinin türü ve hacmi her bir sistem ve model bazında değişiklik gösterebilmektedir. Ancak fikri mülkiyet hakları ile korunan resim, yazı, video, ses gibi içeriklerin özellikle gelişmiş YZ sistem ve modellerinin geliştirilmesi için yoğun miktarda kullanılması gerekebilmektedir. Nitekim uluslararası düzlemde YZ'nin geliştirilmesi ve kullanımıyla ilgili gerek politika tartışmalarına gerekse mahkeme önüne uyuşmazlıkların gelmesine en çok sebep olan unsurların içinde mevcut YZ sistem ve modellerinin geliştirilme sürecinde fikri mülkiyet haklarıyla korunan içerik ve ürünlerin izinsiz kullanımının ve YZ sistem ya da modelleri tarafından üretilen içerikler üzerindeki hak sahipliğinin kime ait olduğu sorularının önde olduğu görülmektedir.

Komisyon toplantılarında sorulan sorulara, gerçekleştirilen uzman sunumlarına ve yapılan değerlendirmelere bakıldığında YZ ve fikri mülkiyet ilişkisinde şu temel soruların öne çıktığı tespit edilmiştir:

- Fikir ve sanat eseri olarak korunan içerikleri YZ'nin geliştirilmesinde hukuka uygun şekilde kullanılması mümkün müdür? Bu noktada YZ'nin gelişiminin önünü açmak için fikir ve sanat eserleri hukukunda bir değişiklik yapılması gerekli midir?
- Türk hukukunda bazı yabancı hukuk sistemlerinde olduğu gibi fikir ve sanat eserlerinin YZ sistem ve modellerinin geliştirilmesinde kullanılmasına imkân tanıyan istisnai düzenlemelere ihtiyaç var mıdır?
- YZ tarafından üretilen içerikler fikir ve sanat eseri olarak korunur mu? Bunlar üzerindeki haklar kime ait olacaktır?
- Mevcut eserlere dayanılarak YZ geliştirilmesi ve YZ çıktılarının da mevcut eserlere tarz ya da üslup bakımından benzemesi durumunda mevcut eserlerin sahiplerinin bir talepte bulunması mümkün müdür?
- YZ'nin içerik üretiminde yaygın şekilde kullanılmasıyla fikir ve sanat eserleri üretim sürecindeki insan faktörü ağırlığını ve etkisini kaybedecek midir? Bu

noktada insan unsurunu korumak için bir adım atılmasına ihtiyaç var mıdır?

Bu sorular hâlihazırda YZ ve fikri mülkiyet hukuku ilişkisi bakımından uluslararası düzlemde yürütülen tartışmalarla paralellik göstermektedir. Bu soruların Türk hukuku bakımından incelenebilmesi, mevcut durumun ortaya koyulabilmesi ve olması gereken durumla ilgili önerilerin değerlendirilebilmesi için ise öncelikle mevcut düzenlemelere dair genel bazı açıklamaların yapılması gerekmektedir.

Mevcut hukuki düzenlemeler bakımından resim, yazı, ses gibi içerikler FSEK kapsamında fikir ve sanat eseri olarak korunmaktadır. Fikir ve sanat eserleri hukukunun odağında eser kavramı yer almaktadır. Her yazı, resim ya da müzik fikri eser olarak korunmaz. Eser kavramı FSEK m. 1/B(1)(a)'da "sahibinin hususiyetini taşıyan ilim ve edebiyat, musiki, güzel sanatlar veya sinema eserleri olarak sayılan her nevi fikir ve sanat mahsulü " olarak tanımlanmıştır. Bu itibarla bir içerik ya da ürünün eser olarak korunabilmesi için (i) sahibinin hususiyetini taşıması, (ii) sadece fikir olmanın ötesinde şekillenmiş olması ve (iii) sayılan eser türlerinden birinin kapsamına girmesi gerekmektedir.

Bir içeriğin eser olarak korunmasının sonucu, o içeriğin kullanımına dair hakların belirli kısıtlara bağlı olarak büyük ölçüde o eserin sahibine bırakılmasıdır. Eserin sahibi o eseri meydana getiren kişi olup hususiyetin de kaynağıdır. Bir kitap için bu kitabın yazarı, bir resim için ressam, bir beste için bestekârdır. Sinema eserlerinde yönetmen, müziklerin bestecisi, senaryo ve diyalog yazarları birlikte eser sahibidir. Eser sahibinin hakları mutlak ve çok geniş nitelikte olmayıp bazı alanlara özgü, sınırlı sayıda ancak kapsadıkları alan bakımından kuvvetli korumaya sahip haklardır.

Eser sahibinin hakları iki temel gruba ayrılmaktadır. Bunlar mali ve manevi haklar olarak adlandırılmaktadır. Manevi haklar adın belirtilmesini isteme, eserin değiştirilmesini menetme gibi eser sahibi ile eser arasındaki bağlantıyı korumaya yönelik, devredilemeyen ve mirasçılara geçmeyen haklardır. Mali haklar ise kanunda düzenlendikleri sırayla işleme, çoğaltma, yayma, temsil ve umuma iletim haklarıdır. Eserin üzerindeki hakların kullanımı eserin alenileştirilme durumuna göre de farklılık göstermektedir. Bir eser, eser sahibi veya eser sahibinin izin verdiği biri tarafından sayısı belirsiz bir kişi topluluğunun erişebileceği şekilde açıklanmış, yayınlanmış ya da başka araçlarla umuma sunulmuş ise kural olarak alenileştiği kabul edilir. Alenileştirme anına kadar eserin her tür ve şekilde kullanımı mutlak olarak eser sahibine aittir. Alenileşme anından sonra ise eser sahibinin eser üzerinde sadece kanunda sayılan eser sahipliği hakları mevcuttur. Önemle vurgulanmalıdır ki bir eserin alenileştirilmiş ve bu itibarla serbestçe erişilebilir hale getirilmiş olması, serbestçe kullanılabilir olduğu anlamına gelmemektedir.

Eser sahipliği haklarının YZ ile kesişiminde çoğunluklu mali hakların kullanımına dair hususlar bulunmaktadır. Mali haklar sınırsız nitelikte olmayıp bu hakların iki temel kısıtı mevcuttur. Bunlardan ilki süreye ilişkin kısıttır. Kural olarak mevzuatımızda eserler üzerindeki haklar eser sahiplerinin hayatı boyunca ve son eser sahibinin ölümünden itibaren 70 yıl süreyle korunur. Eser sahibinin hayattayken bu korumadan kısmen ya da tamamen vazgeçmesi ya da bu haklar üzerinde tasarrufta bulunması mümkündür. İkinci kısıt ise eser sahipliği haklarına getirilen sınırlamalardır. Bunlar çoğu zaman "telif hakkı istisnası" olarak adlandırılmakla birlikte hukuk tekniği bakımından mevzuatın adlandırılmasıyla aslında bu düzenlemeler eser sahiplerinin haklarına getirilen sınırlamalardır. FSEK m. 30-40 arasında aralarında eğitim öğretime, alıntılamaya, haberlere ve kişisel kullanıma dair düzenlemelerin de bulunduğu kısıtlama halleri düzenlenmektedir. Bu iki kısıttan birinin varlığı halinde eserin kullanımı için eser sahibinin onayı aranmaz. Ölümünün üzerinden yetmiş seneden uzun süre geçmiş Beethoven, Mozart gibi klasik müzisyenlerin bestelerinin veya Rembrandt gibi ressamların eserlerinin üzerindeki haklar sona erdiğinden bunlar artık kamusal alanda (public domain) kabul edilir ve serbestçe kullanılabilirler. Benzer şekilde FSEK m. 30-40 arasındaki kullanımlar da serbesttir ancak bunlar çoğunlukla gereklilik içeren hallere ilişkin düzenlemeler olup eserlerin sadece bir kısmı üzerinde sınırlı bir kullanıma imkân tanırlar. Örneğin resmen yayınlanan ve ilan olunan kanun, yönetmelik ve tebliğlerin herhangi bir şekilde kullanılması FSEK m. 30 kapsamında serbesttir. Buradaki sınırlamaların kapsamı sabit olmayıp olay bazlı incelenmelidir. Örneğin FSEK m. 34 kapsamında eğitim ve öğretim için derleme sınırlaması kapsamında eserlerin tamamının değil ancak maksadın haklı göstereceği bir kısmının alınıp derlemeye konu edilmesi serbesttir. Bu serbestiler ek bir hususun tartışılmasına gerek kalmaksızın eser olarak korunan içeriklerin YZ geliştirilmesinde eğitim seti olarak veya hazır sistem ya da modellerde girdi olarak kullanılmasına da uygulanacaktır. Örneğin mevcut kanun metinlerini analiz eden bir YZ sistemi geliştirilmesi veya Beethoven'ın eserleriyle beslemek suretiyle musiki içerik oluşturan bir YZ sistem ya da modelinin geliştirilmesi FSEK kapsamında serbesttir.

Eser sahipliği haklarına getirilen kısıtlamalarla ilgili değinilmesi gereken önemli bir nokta bunların sınırlı sayıda olduğu ve dar yorumlandığıdır. Önemle belirtmek gerekir ki Türk hukukunda bu alanda uluslararası düzlemdeki ABD hukuku etkisiyle sürekli tartışma konusu olan adil kullanım (fair use) veya adil kullanıma göre daha dar kapsamlı olmakla birlikte bazı noktalarda esnek olarak değerlendirilebilecek AB ve İngiliz hukukundakine benzer adil işleme (fair dealing) gibi görece açık uçlu ve teknolojik gelişmelerdeki kullanımlara dayanak teşkil edebilecek kullanım senaryoları istisna olarak düzenlenmemiştir. Bu sebeple ABD'de

hukuka uygun olan bir işleme faaliyetinin Türk hukukunda hukuka aykırı olması oldukça mümkün olup özellikle ABD hukukundaki düzenlemeler ve hukuki tartışmaların Türk hukuku ile karşılaştırılmasında dikkatli olunmalıdır.

Bölümün devamında bu açıklamalar ışığında fikri eserlerin YZ için kullanılması, YZ çıktıları üzerindeki hak rejimi tespiti ve YZ modeli üzerindeki hak sahipliğine değinilecektir.

4.3.3.1 Fikri Eserlerin Yapay Zekâ Geliştirmek veya Çalıştırmak İçin Kullanılması

Fikri eserlerin YZ geliştirmek için ya da mevcut sistemlerde girdi olarak kullanılmasının hukuka uygun olup olmadığı ve burada bir mevzuat değişikliğinin gerekip gerekmediği oldukça güncel bir tartışmadır. Öncelikle belirtilmelidir ki üzerindeki eser sahipliği hakları sona ermemiş olan içeriklerin YZ geliştirmede veya YZ'ye girdi olarak kullanılabilmesi için ise kural olarak eser sahibinin izni gerekmektedir. Ancak daha öncesinde incelenmesi gereken husus YZ ile gerçekleştirilecek kullanımın -eğitim setinin parçası olarak kullanma veya hazır YZ sistem ya da modelinde girdi olarak kullanma- eser sahipliği hakları kapsamında kalıp kalmadığıdır. Bu husus mevcut düzenlemeler doğrultusunda netlik taşımamakta ve hem ulusal hem de uluslararası düzlemde tartışılmaktadır. Bu tartışmanın odağında ise fikri hakların korumaya çalıştığı değer ile YZ için veri işlemede önde gelen değerlerin çoğu zaman ortak olmamasıdır. Örneğin mali hakların kullanılması bakımından bir sanat akımını takip ederek veya klasik bir ressamdan esinlenilerek oluşturulan ve gerçek insan fizyolojisiyle veya hatta fizik kurallarıyla örtüşmeyen unsurlar barındıran resimler daha değerli iken bir yüz tanıma ya da insan tespit etme algoritmasının geliştirilmesinde önemli olan daha gerçekçi fakat fikri haklar bakımından o kadar da değerli olmayan biyometrik ve fizyolojik unsurlardır.

YZ tarafından bir eserin kullanımının mevcut eser sahipliği hakları kapsamında kalıp kalmadığının tespitinde eğitim süreci ikiye ayrılarak inceleme yapılmalıdır. Herhangi bir verinin YZ geliştirmek için veya bir YZ'ye girdi olarak kullanılabilmesi için öncelikle eserin bir elektronik kopyasının oluşturulması ve bu işleme süreci için hazırlanması gerekmektedir. Herhangi bir eserin elektronik kopyasının oluşturulması FSEK anlamında çoğaltma hakkının kapsamında olup bir hak sınırlaması söz konusu değilse eser sahibinin onayı olmaksızın yapılırsa hukuka aykırı olacaktır. Diğer yandan elektronik kopyası hukuka uygun şekilde elde edilmiş ya da elde bulundurulan bir eserin YZ geliştirmek için kullanılmak üzere işleme süreçlerine sokulmasının ya da bir YZ'de girdi olarak kullanılmak üzere işlenmesinin eser sahipliği hakları kapsamında kullanım olup olmadığı hem ulusal hem uluslararası düzlemde

tartışmalıdır. Tartışmanın temelindeki husus ilgili YZ'nin işleyişine göre değişebilmekle birlikte YZ'nin eseri analiz ederken eserin tamamını değil sadece içinde bazı istatistiksel değerleri takip edip kaydedebilecek olması ve bu işlemenin de FSEK'te yer alan mali hakların kapsamında kalmama ihtimalidir. Öğretide yapılan tartışmalara rağmen[1462] uygulamada işbu yazım tarihi itibariyle tüm eğitim sürecinde eser sahipliği hakları kapsamında kullanım varmış gibi şekillendiği görülmektedir. Ancak buradaki değerlendirmenin sonucu itibariyle YZ geliştirmek ya da kullanabilmek için üzerinde eser sahipliği hakları bulunan içeriklerin kullanımı fikir ve sanat eserleri hukuku bakımından serbest hale gelebileceğinden bu hukuki değerlendirmenin doğru şekilde yapılması ve bir hukuki düzenleme yapılması halinde mevcut hukuk ve teknoloji politikaları doğrultusunda üzerinde eser sahipliği hakları bulunan içeriklerin YZ geliştirmek için eğitim setinin parçası olarak veya YZ'nin kullanımı için girdi olarak kullanımının eser sahipliği haklarının kapsamında kalıp kalmadığı netleştirilmelidir.

Uygulamadan yola çıkarak YZ geliştirmek veya çalıştırmak için eserlerin kullanımının eser sahipliği hakları kapsamında kaldığının kabulü halinde eser sahibinin onayının tespiti gündeme gelecektir. Eser sahibi bizzat eseri kendisi kullanabileceği gibi haklarının kullanım hakkını veya tamamını devredebilir. Hakkın kendisinin değil sadece kullanım hakkının devredilmesi ruhsat veya lisans verme olarak adlandırılır. YZ geliştirmek veya çalıştırmak için eserlerin kullanımının eser sahipliği hakları kapsamında kaldığı ihtimalde bir eseri kullanmak isteyen kişinin eser sahibini tespit etmesi, kullandığı her bir eser için lisans alması ya da hakları devralması gerekecektir. Bu durumlarda pratik gerekçelerle hak devrinden çok lisans ihtimali öne çıkacaktır. Bu noktada değinilmesi gereken bir husus YZ'nin kullanılması için gereken veri miktarı da düşünüldüğünde özellikle YZ'nin geliştirilmesi sürecinde kullanılacak olan veri setlerindeki eser niteliğinde her bir veri noktası için lisans aranmasının getireceği pratik zorluklardır. Bir hukuki kontrolün külfetli olması tek başına o kontrolün kaldırılması için geçerli bir sebep olamaz. Korunan hukuki menfaat gerçekten de üçüncü kişilerin öngörülen bazı adımları her ne kadar yavaşlatıcı veya külfetli gözükürse gözüksün atmalarının zorunlu tutulmasını haklı kılabilir. Örneğin kişisel verilerin işlenmesine dair getirilen kuralların genel olarak veri işleme faaliyetlerini yavaşlattığı yönündeki iddialar bakımından durum böyledir. Kişisel verilerin işlenmesinin kişi üzerindeki olası ciddi etkileri sebebiyle bu adımların atılması önem arz etmektedir. Eser sahipliği haklarına ilişkin noktada ise kişisel verilerin işlenmesindekine benzer şekilde korunması gereken bir menfaatin bulunup bulunmadığı değerlendirilmelidir. Burada eser sahibinin eserin kullanılmasındaki menfaati ile

[1462] Güçlütürk, "*Verinin Kullanımı*", ss. 147-151.

daha kolay şekilde veri işleme sayesinde mümkün olacak YZ gelişimi sebebiyle toplumun elde edeceği menfaat arasında bir denge kurulmalıdır. Bu denge arayışında da bazı hususların öne çıktığı görülmektedir.

İlk olarak YZ geliştirmek için üzerinde bir fikri eser koruması bulunan verilerin işlenmesinin zaruri olup olmadığı hususu değerlendirilmelidir. Büyük dil modelleri dahil mevcut modellerin önemli bir kısmı özellikle ilk sürümlerinde doğrudan fikri eser korumasına tabi büyük veri setlerinden ziyade Vikipedi gibi genel kullanıma açık lisansla paylaşılan içerikleri işleyerek geliştirilmiştir. Sektörde, gelinen noktada serbestçe erişilebilir verilerin kullanılmasıyla yaşanacak gelişmenin yavaşladığı ve fikri eser korumasına tabi olan verilerin de daha anlamlı ve hızlı bir YZ gelişimi için gerekli olduğu yönünde iddialar ileri sürülmektedir. Raporun yazım tarihi itibariyle daha anlamlı ya da gelişmiş bir YZ için fikri eser korumasına tabi eserlerin kullanılmasının fiili bir zorunluluk olduğuna dair objektif ve bilimsel bir çalışma mevcut değildir. Bununla birlikte bu şekilde genel bir zorunluluktan kesin bir şekilde söz etmek şu aşamada mümkün olmasa da bazı alanlarda faaliyet gösterecek sistem ve modellerin geliştirilmesi için o alandaki verilerle birlikte eserlerin de işlenmesinin fiili bir zorunluluk olabileceğini belirtmek yanlış olmayacaktır. Ancak bu incelemenin uygulama özelinde yapılması gerekecektir.

İkinci olarak, bazı alanlarda böyle bir zorunluluk olduğu durumlarda eserlerin eser sahibinin izni olmaksızın işlenmesine izin verilirken eserin ne kadarının YZ tarafından yeniden üretilebildiği ve geliştirilecek olan sistemin çıktılarının geliştirme sürecinde kullanılan esere erişimi ikame edip etmediği de değerlendirilmelidir. Örneğin eseri işleyerek sadece bir kısmını veya bazı bölümlerini bilgi vermek amacıyla yeniden üretebilen ya da kullanıcılarına sunabilen bir sistemin eser sahibinin menfaatleri bakımından yarattığı risk ile tüm eseri olduğu gibi kullanıcıya sunabilen veya o eserin ikamesini oluşturarak kullanıcıların asıl esere ulaşma ihtiyacını ortadan kaldıracak bir sistemin yarattığı risk farklı olacaktır.

Bu açıklamalar ışığında mevcut FSEK düzenlemelerinin YZ geliştirmek ya da çalıştırmak için fikri eserlerin kullanılması noktasında kapsamla ve kapsamda kalacak kullanımlar için de eser sahibinin izninin alınmasıyla, mevcut eser sahipliği haklarına ilişkin kısıtlamaların kapsam bakımından geride kalmasıyla ilgili önemli belirsizlikler taşıdığı görülmektedir. Mevcut FSEK düzenlemeleri ile fikri eserlerin YZ geliştirmek ya da çalıştırmak için kullanılması çoğu durumda eser sahibinin izni olmaksızın mümkün olmamakta, yoğun veri işleme faaliyetlerinde eser sahibinin iznini verebileceği ve bunu takip edebileceği bir mekanizma da bulunmamaktadır. Bu sürecin kolaylaştırılmasının önündeki önemli engellerden biri olarak FSEK kapsamında eser sahipliği haklarında tasarrufa ilişkin

sözleşmelerin yazılı şekilde yapılması aranmaktadır.

4.3.3.2 Yapay Zekâ Çıktıları Üzerindeki Hak Sahipliği Meselesi

Fikri haklar YZ için sadece geliştirme sürecinde kullanılan veri setleri üzerindeki hakların analizi bakımından değil çıktılar üzerindeki hak sahipliğinin belirlenmesi bakımından da değerlendirilmelidir. Eser türleri bakımından değerlendirme yapıldığında YZ çıktıları yazı, resim, ses ya da video gibi mevcut eser türleri kapsamında kalmaktadır. Çoğu durumda YZ tarafından üretilen çıktıları insan üretmiş olsaydı tartışmaya yer olmaksızın eser olarak kabul edileceğini söylemek mümkündür. Ancak üretimi bir insanın değil bir YZ'nin yapması buradaki çıktıların eser niteliği ve eser sahipliği bakımından bazı tartışmaları gündeme getirmektedir.

Fikir ve sanat eserleri hukukunun odağında yer alan kavram eser olmakla birlikte daha önce belirtildiği gibi FSEK eserin tanımını yaparken "sahibinin hususiyetini yansıtma" şartını koymaktadır. FSEK eser sahibini m. 1/B(b)'de "eseri meydana getiren … kişi" olarak tanımlamaktadır. Madde metninde yer alan "gerçek" ifadesi 5101 sayılı Kanun ile çıkarılmıştır. Bu sebeple teorik açıdan FSEK kapsamında eser sahibinin gerçek kişi olması gerekmeyip tüzel kişiler de eser sahibi olabilmektedir. Eser sahibinin bir "kişi" olması gerektiğinden ve Türk hukukunda YZ'nin hukuki kişiliği bulunmadığından YZ'nin mevcut hukuki çerçeve ışığında eser sahibi olması mümkün değildir. Bu aşamada YZ çıktıları bakımından sorulması gereken soru YZ üretimi içerikler üzerinde gerçek ya da tüzel bir kişinin hususiyetinin yansımasının bulunup bulunmadığıdır. Bu soru da hususiyetin ne olduğunu incelenmesini gerektirmektedir.

Hususiyetin ne olduğu FSEK'te tanımlanmamıştır. Kavramın içi Türk hukuk öğretisiyle ve yargı kararlarıyla doldurulmaktadır. Bu kaynaklara bakıldığında ise hususiyetin tanımı üzerinde bir uzlaşı olmadığı görülmektedir. Öğretide hususiyetin başkasının yapmadığı bir şeyi yapmış olma[1463], benzer eserlerden farklılık ve verim[1464], özgünlük[1465], üslup[1466], eser sahibinin özelliklerini taşıma kriteri ve şeklin bir arada değerlendirilmesi[1467] veya yaratıcılık[1468] gibi farklı unsurlarla bağdaştırılmıştır. Yargı kararlarında da uzlaşı olmadığı

[1463] Hirsch, Ernst, Hukuki Bakımdan Fikri Say C. II, 1943, s. 12.
[1464] Ayiter, Nüşin, Hukukta Fikir ve Sanat Ürünleri, 1981, s. 44.
[1465] Yarsuvat, Duygun, Türk Hukukunda Eser Sahibi ve Hakları, 1984, s. 41.
[1466] Ateş Mustafa, Fikri Hukukta Eser, 2007, s. 72; Yılmaztekin, Hasan Kadir, "Türk Fikri Haklar Hukuku Yapay Zekâ Tarafından Meydana Getirilen Eserleri Korumak İçin Hazır Mı?", Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 2, S. 2020, s. 1538.
[1467] Öztan, Fırat, Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku, 2008, s. 54.
[1468] Tekinalp, Ünal, Fikri Mülkiyet Hukuku, 2012, ss. 106-107.

görülmektedir. Yargıtay 11. Hukuk Dairesinin kararları, bir eserin özgünlük (hususiyet) taşıması için gereken kriterler konusunda farklı yorumlar barındırmaktadır. Daire, bir kararında özgünlüğün; herkes tarafından kolayca oluşturulamama, orijinal olma, sıradan olmama ve yaratıcılık unsurlarını gerektirdiğini belirtmiştir[1469]. Başka bir kararında ise "orijinal ve hiçbir kaynaktan kopyalanmamış olma" ölçütüne vurgu yapılmıştır[1470]. Bir diğer kararda ise hususiyetle ilgili olarak "mutlaka üst düzey yaratıcılık ve orijinallik içermesi gerektiği düşünülemez" ifadesine yer verilmiştir[1471]. Yargıtay farklı eser türlerinde hususiyet değerlendirmesi yaparken farklı unsurlara odaklanmaktadır. Örneğin, Yargıtay Hukuk Genel Kurulu bir fotoğraf için hususiyetin, konu ve araç seçimiyle sınırlı olduğunu ifade ederken[1472]; bilimsel bir eserde ise içeriğinden ziyade üslup ve şeklin önem taşıyacağını belirtmektedir[1473]. Daire ayrıca, "başlık sayısının çoğaltılması, indeks hazırlama, dipnot ekleme, kapak tasarımı ve benzeri ekleme veya düzeltmelerin" editörlük kapsamındaki teknik katkılar olduğunu ve hususiyet taşımadığını belirten Bölge Adliye Mahkemesi kararını onamıştır[1474].

Hususiyetle ilgili bir diğer önemli nokta da her ne kadar eser sahibi tanımındaki "gerçek" ifadesi kaldırılmış olsa da hususiyetin uygulamada gerçek kişilerle, diğer bir deyişle insanlarla bağdaştırılıyor olmasıdır. Bu da kural olarak insanların eser sahibi olabileceği yönünde bir uygulamanın oluşmasına sebep olmuştur.

Bütün bu açıklamalardan YZ çıktıları üzerinde bir fikri hakkın varlığından söz edebilmek için çıktının bir insan tarafından farklı eser türlerine göre değerlendirilecek ve hususiyet yansıtacak şekilde oluşturulmasının ya da şekillendirilmesinin gerektiği anlaşılmaktadır. Henüz bu konuda bir yargı kararı olmamakla birlikte öğretide bu durumun tespiti için her somut olayın ayrı şekilde incelenmesi gerektiği belirtilmektedir. Örneğin sadece bir komut yazmak suretiyle başka hiçbir ek müdahale olmaksızın oluşturulan görüntüler üzerinde komutu yazan kişinin hususiyetin olmayacağı çoğunlukla ifade edilmektedir. Diğer yandan sadece bir komutla özellikle belirli bir kişinin tarzını, üslubunu, orijinalliğini kopyalayacak şekilde bir çıktı üretilmesi durumunda üslubu kopyalanan kişinin hususiyetinin esere yansımış olabileceği veya çıktının söz konusu üslubu kopyalanan kişinin eserlerinden bir tanesinin eserinin işlemesi yoluyla oluşturulan bir işleme eser olarak kabul edilebileceği ifade edilmektedir. Örneğin ünlü bir sanatçının bir eserinin YZ kullanarak

[1469] Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2020/1245 K: 2021/469 T: 26.01.2021.
[1470] Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2000/3250 K: 2000/4072 T: 11.05.2000.
[1471] Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2006/934 K: 2007/4555 T: 13.03.2007.
[1472] Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, E: 2017/134 K: 2020/474 T: 24.06.2020.
[1473] Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, E: 2017/7 K: 2020/185 T: 20.02.2020.
[1474] Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2020/2331 K: 2021/2786 T: 23.03.2021.

tamamlanması, devamının üretilmesi ya da uzatılması veya genişletilmesi gibi örneklerde ilk eserin işlenmesi suretiyle oluşturulan yeni bir eser olduğu kabul edilebilecektir. Bu durumda eser sahibinin kim olduğunun tespiti ise karmaşık bir mesele olup detaylı hususiyet incelemesi gerektirecektir.

Mevcut düzenlemeler ışığında Türk hukukunda YZ çıktılarının eser olup olmadığının ve eser olmaları durumunda eser sahibinin tespitinin nasıl yapılacağının hususiyetin tespitindeki belirsizlik ve yeknesak kural eksikliği sebebiyle cevabı net olmayan bir soru olduğu görülmektedir. Hususiyetin mevcut eser türleri bakımından yerleşik bir uygulaması ve yargı kararlarına yansıması olduğu düşünüldüğünde hususiyet kavramının sadece YZ çıktısı ürünler için kanundan çıkarılması ya da başka bir kavramla değiştirilmesi hukuk birikimi bakımından yerleşik içtihatların belirsizleşmesine ve kırılmaya yol açabilecektir. Diğer yandan YZ sitemlerinin geliştirilme ve YZ ile içerik üretim sürecine çok sayıda kişi dahil olduğundan klasik anlamda hususiyet tespiti çoğu durumda pratik açıdan çok zorlaşmakta ve hatta bazı senaryolarda imkânsız hale gelmektedir. YZ desteğiyle üretilen içerikler üzerindeki hakların etkin şekilde dağıtılması ve YZ'den yararlanılması ancak bu noktadaki pratik zorlukların giderilmesi ve YZ ile üretilen içeriklerin fikri eser olarak korunup korunmayacağının ve korunması durumunda hak sahibinin kim olacağının açık düzenleme altına alınması ve YZ ile üretimin hukuki belirliliğin sağlanmasıyla mümkün olabilecektir.

4.3.3.3 Yapay Zekâ Modelleri Üzerindeki Hak Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Hukuku İlişkisi

YZ modelleri YZ'nin gelişme sürecinde verilerin analiz edilmesi sonucunda oluşturulan, çoğunlukla temel eğitim sürecini yürüten ve YZ algoritmasını çalıştıran bilgisayar programından ayrı müstakil bir dosya ya da dosyalar bütünü olarak karşımıza çıkan yapıyı ifade eder. Kullanılan algoritmaya göre YZ olarak adlandırılan sistemlerin modele dayalı şekilde çalışmaması da mümkündür. Bu durumda ilgili algoritmanın kodlandığı kaynak kodu her çalıştırıldığında modele benzer bir yapı program aracılığıyla oluşturulacak ve programın çalışması bitince silinecektir. Modern YZ sistemlerinde ise neredeyse her zaman YZ algoritmalarının çalıştırılması sonucu oluşturulan ve sonuç bakımından isabet oranı yüksek olan bağlantı noktalarına dair modelin kaydedildiği bağımsız bir dosya bulunmaktadır. Bilgisayar programına benzeyen müstakil bir dosyanın mevcut olması bunun da bilgisayar programı gibi korunup korunmadığı sorusunu gündeme getirmektedir.

FSEK kapsamında bilgisayar programları ilim ve edebiyat eseri olarak korunmaktadır. Ancak bu diğer eserlerden biraz ayrılan, bilgisayar programının işlevsel tarafına doğrudan

sirayet etmeyen bir korumadır. Fikri eser koruması bilgisayar programının sadece ifadesine ilişkin olup o programın dayandığı algoritmaları veya kullandığı içerik ya da veri setlerini kapsamaz. Algoritmalar yöntem oldukları için fikri haklar ile korunamazlar. Bir bilgisayar programıyla ilişkili diğer verilerin fikri hak koruması kapsamında olup olmadığı ise ayrıca incelenmelidir. Ancak belirtilmelidir ki algoritmalar ya da bir bilgisayar programının diğerlerinden öne geçmesini sağlayan, ifadenin ötesindeki işleyişe ilişkin unsurlar fikri haklar ile korunmasalar da şartları varsa ve haksız bir yararlanma ya da rekabeti bozucu bir davranış söz konusuysa TTK'nın haksız rekabete ilişkin hükümleri veya 4054 sayılı Rekabetin Korunması Hakkında Kanun düzenlemeleri uygulama alanı bulabilecektir.

Model kendisi bir bilgisayar programı olmayıp çoğu durumda bilgisayar programının çalıştırılması ile oluşturulan bir dosyadır. Oluşturan bir insan olmadığı gibi oluşturulan şeyin doğrudan ilk çalıştırılan kod ile bağlantısı da her durumda tam olarak anlaşılamamaktadır. Ayrıca model müstakil bir dosya olmakla birlikte dosyanın içeriği yine çoğu durumda insanlar tarafından okunabilir olmadığı için bilgisayar programlarının korunmasındaki kaynak kodu ya da ifade unsuruna ilişkin değerlendirme yapmak da mümkün olmamaktadır. Bu açıklamalar ışığında mevcut FSEK düzenlemeleri kapsamında YZ modellerinin bilgisayar programı türünde bir fikri eser olarak korunamayacağı ifade edilmektedir.[1475]

Model üzerinde korumanın belirsizliği modelin hangi durumlarda kimler tarafından kullanılabileceğine ve modelin kullanımının sonuçlarından kimlerin sorumlu olacağına dair bazı belirsizlikleri beraberinde getirmektedir. Haksız rekabet ve RKHK düzenlemeleri modellerin kullanımı sonucu oluşan haksız durumları ve rekabete aykırılıkları düzeltmek için uygulanabilecek olsa da bu düzenlemeler ex-post çözümler sunduğundan ve önemli bir ispat külfetiyle birlikte geldiğinden modellerin haksız kullanımı için çok etkin hukuki mekanizmalar sunmamaktadır. Uygulamada modellerin kullanımı çoğu zaman kullanım koşulları içine yedirilmiş düzenlemelerle yönetilmektedir. Ancak daha önce de değinildiği üzere bu düzenlemelerin de düzenleme niteliğine, söz konusu sistemin işleyişine ve kullanıcının sahip olduğu hukuki statüye göre geçersiz olma ya da yazılmamış sayılma gibi yaptırımlarla karşılaşması ihtimal dahilindedir. Modellerin üzerindeki hakkın etkin şekilde yönetilmesi ve bu alanda hukuki güvenlik ile öngörülebilirliğin sağlanması ancak açık bir düzenlemenin yapılması yoluyla sağlanabilecektir.

[1475] Güçlütürk, "*Verinin Kullanımı*", ss. 169-170.

4.3.4 Yapay Zekâdan Kaynaklı Sorumluluk

YZ ve hukuka ilişkin tartışmaların odak noktalarından biri YZ'nin kullanılmasıyla bağlantılı hukuki sorumluluğun kime ait olacağı sorusudur. Öncelikle belirtilmelidir ki bu hususu özel olarak düzenleyen tek bir hukuki düzenleme ya da yerleşik bir uygulama Raporun yazım tarihi itibariyle mevcut değildir. Bu husus sadece Türk hukukunda değil, diğer hukuk sistemlerinde de farklı açılardan tartışılmaya devam etmektedir. Diğer yandan, daha önce de belirtildiği üzere bu konuda özel bir düzenleme olmaması, YZ'den kaynaklı zararlardan ya da olumsuz sonuçlardan kimsenin sorumlu olmayacağı anlamına gelmemektedir. Bu noktada her olayın özelliklerine göre Türk hukukundaki bazı genel nitelikli sorumluluk düzenlemeleri uygulama alanı bulabilecektir.

İlk olarak belirtilmelidir ki hukuk sisteminde uygulama dilinde 'ceza hukuku sorumluluğu' ve 'özel hukuk sorumluluğu' ayrımıyla ifade edilen iki tip olası sorumluluk söz konusudur. Bunlardan ilki bir eylemin Türk ceza hukuku anlamında suç teşkil edip etmediğine ilişkin bir sorun iken ikincisi ceza düzenleme ve yargılamalarının dahil olmadığı, daha bireyler arası ilişkiler özelinde maddi veya manevi bir zarardan ya da parasal sonuçlardan kimin sorumlu olacağına dair bir sorundur. Bu iki farklı sorumluluk rejimi birbirini etkileyebilecek olmakla birlikte doğrudan birbirine bağlı değildir. Örneğin bir YZ destekli otonom aracın ölümlü bir kazaya karışması sonucunda bunun bir suç teşkil edip etmediği ve bununla bağlantılı olarak hapis ya da adli para cezası uygulanıp uygulanmayacağı ceza hukuku sorumluluğuna ilişkin bir sorudur. Bu kaza sonucu meydana gelen maddi hasarı veya bir kişinin ölmesi sonucu o kişinin yakınlarının yaşadığı manevi zararı kimin tazmin etmekle sorumlu olacağı ise özel hukuk sorumluluğunun konusudur. Benzer şekilde YZ destekli bir tıbbi cihazın kullanılmasında hatalı teşhis ya da tedavi söz konusu olursa bunun sonucunda birinin hapis ya da adli para cezasına çarptırılıp çarptırılmayacağı sorusu ceza sorumluluğuna ilişkin iken bu hatalı teşhis ve tedavi sonucunda meydana gelen zararı kimin tazmin edeceği özel hukuk sorumluluğuna ilişkindir. Bu sorumluluk rejimleri arasında doğrudan bir bağlantı bulunmaması sebebiyle de ceza sorumluluğunun olması tazminat sorumluluğuna ilişkin değerlendirmede çoğu zaman dikkate alınabilecek olsa da ceza sorumluluğunun olmaması otomatik olarak tazminat sorumluluğunun bulunmadığı anlamına gelmeyecektir. Bu sebeple bu iki sorumluluk rejiminin ayrı ayrı incelenmesi daha faydalı olacaktır.

Genel olarak hukuki ya da cezai sorumluluk yanında özellikle üretken YZ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte üretken YZ'nin ürettiği içeriklerle bağlantılı sorumluluk bir tartışma konusu haline gelmiştir. Özel hukuk ve ceza hukuku sorumluluğuna

ilişkin yapılan açıklamalar niteliği uygun düştüğü ölçüde YZ ile üretilen içeriklerden kaynaklı sorumluluğa da uygulanacaktır. Diğer yandan özellikle YZ ile üretilen ve internet ortamında paylaşılan içerikler bakımından sorumluluk hâlihazırda bu hususu düzenleyen 5651 sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun'la bağlantılı olarak ayrıca değerlendirilecektir.

4.3.4.1 Yapay Zekâ Kaynaklı Özel Hukuk Sorumluluğu

YZ'nin sebep olduğu zararlardan kimin sorumlu olacağı, özel hukuk bağlamında en çok tartışılan ve merak edilen konulardan biridir. Bu tartışmalarda genellikle tazminat sorumluluğu öne çıkmakta, yeni düzenlemelere duyulan ihtiyaç sürekli gündeme gelmektedir. Ancak herhangi bir yeni düzenlemeye gidilmeden önce, mevcut düzenlemelerin kapsamı ve yeterliliği dikkatle değerlendirilmelidir. Zira sorumluluk hukuku esas itibarıyla genel hükümlere dayalıdır ve birçok somut olay, mevcut hükümlerle çözümlenebilecek niteliktedir. Aksi halde, var olan sistemin dikkate alınmadan hazırlanacak düzenlemeler, uyumsuzluk ve çelişkilere neden olabilecektir.

Bu bağlamda Türk hukuk sisteminde öncelikle bakılması gereken düzenlemeler, kusura dayalı sorumluluğa ilişkin olanlardır. Türk Borçlar Kanunu'nun (TBK) 49. maddesi, "Kusurlu ve hukuka aykırı bir fiille başkasına zarar veren, bu zararı gidermekle yükümlüdür" hükmüyle kusur sorumluluğunun temelini oluşturmaktadır.[1476] Her ne kadar metinde doğrudan YZ'ye yer verilmese de kusurun tespit edilebildiği hallerde bu düzenlemenin uygulanabilir olduğu açıktır. Başka bir deyişle, YZ'nin kullanımına bağlı olarak oluşan bir zarar durumunda, kullanımı gerçekleştiren kişi kusurlu davranmışsa ve bu davranışla zarar arasında bir illiyet bağı kurulabiliyorsa, sorumluluk ilgili kişiye ait olacaktır. Diğer yandan YZ'nin otonom ve kapalı doğası ile geliştirme süreçlerine çok kişinin dahil olması gibi sebeplerle YZ'ye ilişkin tüm sorumluluk hususlarının mevcut düzenlemelerle çözülmesinin mümkün olmadığı ifade edilmektedir.[1477]

Kusur sorumluluğunun uygulanabilirliğinde en önemli unsur, kusurun nasıl tespit edileceğidir. Kusura dayalı sorumluluk kurumu, oldukça yerleşik bir hukuki gelenek ve uygulamaya sahiptir. Bir olayda kusurun varlığı, belirli ilkeler ışığında her somut olay özelinde ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Kusur sorumluluğunun söz konusu olabilmesi için

[1476] Oğuzman, Kemal ve Öz, Turgut, Borçlar Hukuku Genel Hükümler Cilt 2, 2017, s. 11 vd.; Eren, Fikret, Borçlar Hukuku Genel Hükümler, 2020, s. 584 vd.

[1477] Aksoy, Hüseyin Can, "Yapay Zekânın Yol Açtığı Zararlardan Hukuki Sorumluluk", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 181.

kişinin belirli bir davranışta bulunması, bu davranış neticesinde bir zarar doğması ve bu zarar ile davranış arasında illiyet bağının kurulması gerekmektedir. Kusur ise, bu davranışın gerçekleştirilmesinde kişinin bildiği veya bilmesi gerektiği hususlar ile sonuca yönelik iradesi de dikkate alınarak, benzer durum ve şartlar altında bulunan kişilerden beklenen ortalama davranış biçimlerine uygunluk üzerinden yapılan bir değerlendirme ile belirlenmektedir.[1478]

YZ'nin çıktısının doğrudan bir eyleme neden olmadığı, ancak bir insan tarafından karar alma sürecinde temel olarak kullanıldığı durumlarda, mevcut hukuki düzenlemelerin bu senaryoları karşılamada yetersiz kaldığını söylemek doğru olmayacaktır. Bu tür durumlarda kapsamlı düzenleme değişikliklerine ya da özel düzenlemelere ihtiyaç bulunmamaktadır. Örneğin, bir öğrencinin ödevinde YZ çıktısını kullanarak sınavdan başarısız olması durumunda, YZ'nin kullanımına rağmen sorumluluk öğrencide kalacaktır. Sınavda sunulan bilgilerin doğruluğundan emin olmak öğrencinin yükümlülüğüdür. YZ'yi araştırma yapmaksızın doğrudan kullanmak, öğrencinin beklenen özen yükümlülüğünü yerine getirmediği, kusurlu davrandığı anlamına gelecektir. Aynı yaklaşım, bir avukatın hukuki görüş metninde ya da dilekçesinde YZ çıktısını kullanması halinde de geçerlidir. Avukatlık Kanunu'nun 34. maddesi uyarınca, avukatlar görevlerini özen, doğruluk ve onur içinde yerine getirmek ve meslek kurallarına uymakla yükümlüdür. Bu doğrultuda, YZ kullanılarak hazırlanan bir metnin doğruluğundan nihai olarak sorumlu olan kişi avukatın kendisidir. Gerekli kontroller yapılmaksızın doğrudan YZ çıktısının kullanılması durumunda da herhangi bir yeni düzenlemeye ihtiyaç duyulmaksızın sorumluluk ilgili kişiye ait olacaktır.

Kusur sorumluluğunun dikkate değer bir yönü, tarafların aralarında yapabilecekleri bir sözleşme ile bu sorumluluğu bertaraf edebilmeleridir. Uygulamada "sorumsuzluk anlaşmaları" olarak adlandırılan bu tür sözleşmeler, taraflardan birinin kusurlu davranışı sonucunda doğabilecek zararlar için dahi sorumluluktan muaf tutulmasına imkân tanır. Bu tür hükümlere özellikle çok kullanıcılı YZ platformlarının kullanım koşullarında sıklıkla rastlanmaktadır. Ancak bu tür anlaşmaların geçerliliği, bazı sınırlamalara tabidir. Hafif kusura ilişkin sorumsuzluk anlaşmaları kural olarak geçerli sayılırken, ağır kusur bakımından yapılan bu tür anlaşmalar TBK m. 115 uyarınca geçersiz kabul edilir. Ayrıca, yalnızca yetkili merciler tarafından izin verilen ve uzmanlık gerektiren faaliyetler söz konusu olduğunda, hafif kusurdan dahi sorumsuzluk kabul edilemez. YZ uygulamalarının sunulması her ne kadar belirli bir teknik uzmanlık gerektirse de mevcut durumda bu faaliyetler özel bir izin veya

[1478] Oğuzman, Kemal ve Öz, Turgut, Borçlar Hukuku Genel Hükümler Cilt 2, 2017, s. 54; Eren, Fikret, Borçlar Hukuku Genel Hükümler, 2020, s. 643.

ruhsat koşuluna tabi değildir. Ancak, doktorluk veya avukatlık gibi yalnızca belirli bir yasal yetkiyle icra edilebilen mesleklerde YZ kullanımının söz konusu olması halinde, yapılan sorumsuzluk anlaşmalarının geçerliliği olayın özelliğine göre ayrıca değerlendirilecektir. Bu bağlamda, dil modellerine ilişkin bazı sistem çıktılarında sorumluluğun reddine yönelik beyanlara yer verilmesi, kullanıcı açısından hukuken bağlayıcı bir sorumsuzluk hali doğurmayabilecektir. Bu yönde koşulların ayrıca TBK'da düzenlenen genel işlem şartlarına ilişkin düzenlemeler sebebiyle de yazılmamış sayılma yaptırımıyla karşı karşıya kalması mümkündür.

Kusura dayalı sorumluluk temel kural olmakla birlikte, YZ sistemlerinin kullanımında çıktı ile sonuç arasındaki ilişki her zaman net bir biçimde tespit edilemeyebilir. Örneğin, otonom araçların karıştığı kazalar, doktorların doğrudan yapamayacağı ölçümleri gerçekleştiren ya da otomatik tanı ve teşhis koyan YZ destekli medikal cihazların hatalı sonuçları, yaş veya bilişsel kapasite nedeniyle YZ çıktılarının güvenilirliğini değerlendiremeyen kişilerin bu çıktılara dayanarak zarar görmeleri veya anlaşılması güç YZ modellerinin risklerini öngöremeyen kullanıcıların yaşadığı zararlar bu bağlamda örnek olarak sayılabilir. Bu tür durumlarda, yalnızca kusur esasına dayalı bir sorumluluk rejimi yeterli olmayabilecektir. Nitekim Türk hukukunda da diğer modern hukuk sistemlerinde olduğu gibi, bazı durumlarda kusur aranmaksızın, hakkaniyet temelinde sorumluluk tesis edilmesi mümkündür. Bu tür kusursuz sorumluluk halleri sınırlı sayıdadır ve yalnızca kanunen öngörülen özel durumlarda uygulanabilmektedir. Örneğin, adam çalıştıranın sorumluluğu ya da tehlikeli işletme sorumluluğu bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Bu aşamada incelenmesi gereken soru mevcut kusursuz sorumluluk düzenlemelerinin YZ'ye uygulanıp uygulanmayacağıdır. Burada özellikle iki temel kusursuz sorumluluk dayanağı öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki TBK m. 71'de düzenlenen tehlike sorumluluğudur. Bu düzenleme uyarınca "önemli ölçüde tehlike arz eden bir işletmenin faaliyetinden zarar doğduğu takdirde" bu zarardan işletme sahibi ve varsa işleten müteselsilen sorumlu olacaktır. Bu madde kapsamında bir uzmandan beklenen tüm özenin gösterilmesi durumunda bile sıkça ve ağır zararlar doğurmaya elverişli olduğu sonucuna varılan işletmeler önemli ölçüde tehlike arz eden işletme olarak kabul edilecektir. Bu düzenlemenin getirilişinde hedef aldığı işletmeler nükleer santraller, patlayıcı risk taşıyan madde ve süreç içeren enerji santralleri gibi belirli bir eşiğin üzerindeki tehlikeli işletmelerdir. Diğer yandan yakın zamanda 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nda (SerPK) yapılan değişiklik ile m. 99/B(4) uyarınca kripto varlık hizmet sağlayıcılarının bilişim sistemlerinin işletilmesi, her türlü siber saldırı ve bilgi güvenliği ihlalleri gibi fiillerden ve personelin her türlü davranışından kaynaklanan kripto

varlık kayıplarından bu madde uyarınca tehlike sorumluluğu kapsamında sorumlu olduğu düzenlenmiştir. Kripto varlıklara ilişkin bu düzenlemenin doğrudan YZ sistemleriyle bir bağlantısı bulunmamaktadır. Ancak TBK m. 71(2)'nin son cümlesi uyarınca "herhangi bir kanunda benzeri tehlikeler arz eden işletmeler için özel bir tehlike sorumluluğu öngörülmüşse bu işletme de önemli ölçüde tehlike arz eden işletme" sayılacaktır. Mevcut durumda SerPK'da yer alan düzenleme ve TBK m. 71(2) göndermesiyle bir uyuşmazlıkta YZ ile bağdaştırılan bilişim sistemi işletilmesi veya siber saldırı veya bilgi güvenliği ihlalelerinden ilgili YZ ile bağlantılı işletmenin sorumlu tutulması mümkün olabilecektir. Ancak Türk öğretisindeki mevcut görüşler ve tehlike sorumluluğuna ilişkin mevcut yargı kararları incelendiğinde tehlike sorumluluğunun bilişim sistemleri kullanımı, siber güvenlik ve bu durumda YZ gibi yeni teknolojilere genişletilmesi eğiliminin yaygın olmadığı görülmektedir.

YZ'den kaynaklanan özel hukuk sorumluluğuna dair önem taşıyan ikinci kusursuz sorumluluk alanı ise ürün sorumluluğudur. Ürün sorumluluğu bir ürünün satıcısı ile imalatçısının farklı kişiler olabildiği ekonomik düzende söz konusu ürün kaynaklı bir zarar meydana geldiğinde kusursuz satıcının yerleşik hukuki mekanizmalarla sorumlu tutulamaması, imalatçının kusurunun ise ispatlanmasının kolay olmaması sebebiyle geliştirilmiş bir kavram olup[1479] bir ürün ile bağlantılı zararlardan o ürünün imalatçısının kusuru olmaksızın sorumlu tutulduğu hukuki çerçeveyi ifade etmektedir. Bu konudaki temel düzenleme 7223 sayılı ÜGTDK'dir. ÜGTDK uyarınca bir ürünün kişiye ya da mala zarar vermesi halinde bu ürünün imalatçısı ya da ithalatçısı zararı gidermekle yükümlüdür. Piyasaya sürülen tüm ürünlerin güvenli olması gerekmektedir. Bir ürünün güvenli olup olmadığının tespitinde başta varsa o ürüne özel teknik düzenlemelere uygunluk ile ürünün genel kullanımı ve genel ürün güvenliği mevzuatı dikkate alınır.

İmalatçının bir ürünün sebep olduğu zarardan sorumlu olması birkaç farklı halde söz konusu olabilir. İlk olarak ortada bir teknik mevzuat varsa ve bu teknik mevzuata uyumsuzluk söz konusu ise imalatçının sorumlu tutulabilmesi için sadece zararın ve zarar ile ürünün uygunsuzluğu arasındaki uygun illiyet bağının ortaya konulması yeterli olacak; bu noktada artık imalatçının sorumlu tutulabilmesi için ayrıca kusurlu olup olmadığına bakılmasına gerek olmayacaktır.[1480] Örneğin tıbbi cihazlar ÜGTDK'ya dayanılarak çıkarılan Tıbbi Cihaz Yönetmeliği (TCY) ile düzenlenmektedir. TCY m. 10'da imalatçıların genel yükümlülüklerini düzenleyen maddede atıf yapılan risk yönetim sistemi, dokümantasyon gibi teknik hususlara

[1479] Kırca, Çiğdem, Ürün Sorumluluğu, 2007, s. 1 vd.
[1480] Kara, İlhan, İmalatçının Ürün Sorumluluğu, 2021, s. 355 vd; Demir, Remzi, Yapay Zeka İmalatçısının Ürün Sorumluluğu, 2023, s. 137 vd.

uygun olmayan bir cihazın sebep olduğu zarardan sorumluluk ürün sorumluluğu kapsamında cihaz imalatçısına ait olacaktır. Ürün güvenliğine dair teknik düzenlemeler teknik düzenlemede doğrudan YZ ifadesi geçmese bile YZ destekli aynı sınıf ürünlere de uygulanacaktır. Diğer bir deyişle örneğin YZ destekli bir tıbbi cihaz da YZ destekli olmayan tıbbi cihaz gibi TCY'ye uygun olmalıdır ve uygunsuzluk söz konusu olduğunda cihaz imalatçısının sorumluluğu gündeme gelebilecektir. Ayrıca cihaz üzerindeki YZ sistem ya da modelinin sağlayıcısı ile ürün imalatçısının farklı olması mümkün olduğundan buradaki imalatçının cihaz imalatçısı olduğu ayrıca vurgulanmalıdır. Bu anlamda ürün güvenliği ve sorumluluğu düzenlemeleri YZ destekli şekilde üretilen ürünlere yönelik sadece belirli hususları düzenleyen ama nihai olarak YZ'yi değil söz konusu ürünün imalatçısını, ithalatçısını ya da ilgili diğer ekonomik operatörleri hedef alan düzenlemelerdir.

Türk ürün sorumluluğu hukukunda imalatçının ürünü teknik düzenlemelere tamamen uygun olsa bile üründen kaynaklı zararlardan sorumlu olması mümkündür. Zira Türk hukukunda bir ürünün teknik düzenlemelere uygunluğu güvenli olduğuna dair bir varsayımı tetiklese de bir ürünün teknik düzenlemelere uygun olduğu halde güvenli ürün olmama ihtimali de mümkündür.

Mevzuatta YZ'ye özel olarak uygulanacak bir teknik düzenleme mevcut değildir. AB YZT temelde bu anlamda bir ürün güvenliği düzenlemesi olup iç hukuka alınması durumunda mevcut Türk ürün güvenliği ve sorumluluğu mevzuatının da parçası olacaktır. YZ hukuki çerçevesiyle ilgili konulardaki önemi sebebiyle YZT'ye ve Türk hukukunun uyumlaştırılması hususuna Raporda ayrı bir başlık altında yer verilmiş olup burada daha fazla detaya inilmeyecektir.

Her ne kadar ÜGTDK ve ilgili teknik düzenlemeler hâlihazırda uygulandıkları ürünlere YZ desteği yapılmasına bakılmaksızın uygulanmaya devam edecekse de mevcut halde ürün sorumluluğu YZ'den kaynaklı tazminat sorumluluğu için çok geniş bir çerçeve sağlamamaktadır. Bunun iki temel sebebi mevcuttur.

İlk olarak ÜGTDK kapsamındaki "ürün" kavramı ÜGTDK m. 3(1)(s)'de "her türlü madde, müstahzar ve eşya" olarak tanımlanmaktadır. Madde ve eşya kavramlarına yapılan vurgu ve maddi olmayan unsurlardan bahsedilmemesi sebebiyle yazılımların ve fiziksel bileşeni bulunmayan YZ'nin bu kapsamda ürün olarak değerlendirilmemesi ihtimal dahilindedir.[1481] Öğretide sadece fiziksel unsurlara atıf yapabilecek şekilde yorumlanmaya

[1481] Kurtulan Güner, Gökçe, "Dijital Çağda Ürün Sorumluluğuna İlişkin Bazı Meseleler", Ürün Sorumluluğu - Sorumluluk Hukuku Konferansları - I (Editör: Atamer, Yeşim ve Baysal, Başak), 2022, s. 244.

açık bu ürün tanımı eleştirilmekte, ürün kavramının yazılımları da kapsamasının daha uygun olacağı belirtilmektedir.[1482] Öğretide YZ'nin ürün güvenliği ve sorumluluğu mevzuatı kapsamında ürün tanımına girip girmediği de ayrıca tartışılmaktadır.[1483] Ancak mevcut durumda örneğin YZ destekli yazılım içeren bir tıbbi cihaz ya da bir oyuncak ürün olarak kabul edilirken salt yazılımdan oluşan unsurlar devre dışında kalabileceği için bu ürünlerin içinde yer alan YZ sistem ve modelleri ya da benzeri dijital yahut fikri eserler müstakil şekilde ürün olarak kabul edilmeyebilecektir.[1484] Ürün sorumluluğunun kapsamlı ve işlevsel bir YZ sorumluluk mekanizması olabilmesi ancak ürün kavramının fiziksel bileşeni olmayan ve tamamen yazılımdan oluşan sistem ve modelleri de kapsayacak şekilde genişletilmesi suretiyle bu belirsizliğin çözülmesiyle mümkün olabilecektir.

İkinci sebep de ürün sorumluluğunun niteliği ile alakalıdır. Ürün sorumluluğu her ne kadar bir kusursuz sorumluluk hali olsa da sorumluluğun unsurlarından sadece bir tanesi olan kusur bakımından bu niteliği sorumluluğun tesisinde kolaylaştırıcı etki yapmaktadır. Diğer yandan sorumluluğun tesisi için gerekli olan uygun illiyet bağının tespiti kusursuz sorumluluk hallerinde de tespit edilmesi gereken bir unsurdur. YZ sistemlerinin işleyişindeki öngörülemezlik ve çok basit gözüken sistemlerde bile çok katmanlı bir işleyiş üzerinden sürece dahil olan çok sayıda aktör olabileceği düşünüldüğünde, bir zararın ya da olumsuz sonucun doğrudan kusur tespiti zorunlu olmasa bile bir YZ'ye ya da YZ çıktısına illiyet bağıyla bağlandığını söylemek her zaman çok kolay olmayacaktır. Kaldı ki ürün sorumluluğu rejimleri belirli kurtuluş kapıları açarak bazı şartlarda imalatçıya sorumluluktan kurtulma imkânı da tanımaktadır.

Bütün bu açıklamalar ışığında YZ kaynaklı zararlardan özel hukuk sorumluluğunun net bir çerçeveye oturmadığı, önemli belirsizlikler taşıyabileceği anlaşılmaktadır. YZ'den kaynaklı sorumluluğun kapsamlı bir alan olarak işler hale getirilmesi ancak bir kanuni düzenleme ile YZ çalıştırılması ya da çıktıları ile belirli sonuçlar arasında illiyet bağının kurulmasını veya ispatını kolaylaştıran düzenlemelerin getirilmesiyle, sistemlerin öğrenme süreçlerinin sorumluluğa etkisinin ve sistemin geliştirilmesinden kullanımının sonuna kadar tedarik sürecine dahil olan geliştirici, yerleştirici, dağıtıcı, kullanıcı gibi farklı kişiler

[1482] Bkz. Atamer, Yeşim ve Kurtulan Güner, Gökçe, "Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu ile İmalatçının Sourmluluğu Konusu Türk Hukuku Açısından Çözülmüş Müdür?", Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 70, S. 2, 2021, s. 556 vd.; Demir, a.g.e., s. 141; Polat, Cemre, "Türk ve Avrupa Birliği Hukukunda Ürün Sorumluluğu", Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 70, S. 4, 2021, s. 982; Kurtulan Güner, a.g.e., s.s. 244-246.

[1483] Gayretli Aydın, Seda, Yapay Zekanın Ürün Sorumluluğu, 2024, s. 214 vd.

[1484] Kara, a.g.e., s. 302 vd.

arasındaki sorumluluk paylaşımının oturtulmasıyla mümkün olabilecektir. Diğer yandan bu alanda yapılacak değişiklikler Türk sorumluluk hukukunun yerleşik kavram ve içtihadıyla bağlantılı olabileceğinden öncelikle bu alanda detaylı bir etki analizi çalışması yapılmaksızın genel sorumluluk rejimlerinde bir değişikliğe gidilmemesinin, ancak YZT uyumlaştırma sürecindeki rolü ve özel bir alanı düzenlemesi sebebiyle ÜGTDK'da yapılacak değişikliklerin önceliklendirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

4.3.4.2 Yapay Zekâ Kaynaklı Cezai Sorumluluk

YZ olarak adlandırılan sistemlerin işleyiş özellikleri ceza hukuku açısından da belirsizlik yaratmaktadır. YZ teknolojilerinin öngörülemeyen kararlar alabilmesi, örneğin otonom araçların kazaya karışması veya büyük dil modellerinin yanlış yönlendirmesi sonucunda bireyin intiharı gibi vakalarla karşılaşılabilmektedir.[1485] Dolayısıyla otonom araçlardan cerrahi robotlara, finansal teknoloji sistemlerinden gözetim teknolojilerine kadar pek çok YZ tabanlı araç, kast, taksir, fail gibi kavramların yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Mevcut ceza hukukunda yalnızca insanlara yüklenebilen irade, kusur ve manevi unsur gibi temel kurumlar, YZ bağlamında yeniden yorumlanmak durumunda kalmakta; geliştirici, kullanıcı ve imalatçı gibi insan aktörler ile YZ arasındaki sorumluluk sınırları bulanıklaşmaktadır.

4.3.4.2.1 Cezai Sonuçlar Meydana Getirebilecek Yapay Zekâ Teknolojileri

4.3.4.2.1.1 Otonom Araçlar

Otonom araçlar (Autonomous Vehicles- AV), ileri seviyede YZ algoritmaları ve çeşitli sensörler (kamera, radar, Lazer Işınlarıyla Algılama ve Mesafe Tayini (LİDAR) teknolojisi, GPS vb.) kullanarak insansız veya minimum insan müdahalesiyle seyredebilme kabiliyetine sahip teknolojik sistemlerdir. Otomotiv Mühendisleri Topluluğu (Society of Automotive Engineers- SAE) tarafından belirlenmiş olan Seviye 0'dan (tamamen manuel) Seviye 5'e (tam otomasyon) kadar uzanan bir skala dâhilinde, aracın otonomluk seviyesi arttıkça sorumluluk paylaşımı da o denli karmaşıklaşmaktadır.[1486] Örneğin Seviye 3'te araç, belirli durumlarda sürüşü büyük oranda devralır ancak sürücünün yine de müdahaleye hazır olması gerekirken Seviye 4'te araç birçok ortamda kendi kendine gidebilmektedir. Seviye 5'te ise insan müdahalesi gerekmeksizin her koşulda tam bir otomasyon söz konusudur. Yollarda hâlen

[1485] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1486] Society of Automotive Engineers, "SAE Levels of Driving Automation Refined for Clarity and International Audience", https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

yaygın biçimde Seviye 0, 1 ve 2 araçlar görülse de Seviye 3 teknolojiler de yavaş yavaş ticari hayatta yer bulmaya başlamıştır.

Bu gelişmeler ışığında aracın kendinden kaynaklanan bir kusur, bakım yetersizliği veya siber saldırı gibi faktörler sonucunda ortaya çıkan kazalarda, cezai sorumluluk sadece sürücüde kalmayıp imalatçı, yazılım sağlayıcısı ve hatta tedarik zincirindeki diğer unsurlara da yansıyabilecektir. Nitekim 2016 yılında Florida'da Tesla Model S'in, otopilot modundayken tır dorsesini gökyüzüyle karıştırması sonucu yaşanan ölümcül kaza[1487] veya 2018'de Arizona'da Uber'in otonom test aracının bir yayaya çarpması hadisesi[1488], bu tür durumların gerçek hayatta nasıl ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Özellikle araçların hatalı algılamaları, sistemin saldırıya uğraması veya kullanıcıların otonom sürüş yeteneklerini yanlış veya aşırı güvenle kullanmaları, taksir ve ihmal dahil pek çok ceza hukuku nitelendirmesini gündeme getirmektedir.[1489]

4.3.4.2.1.2 Robotik Sistemler

Otonom araçların yanı sıra, YZ teknolojisinin donatıldığı diğer robotlar da (endüstriyel robotlardan hizmet robotlarına, cerrahi robotlardan savaş alanlarında kullanılan muharebe robotlarına kadar geniş bir yelpazede) cezai sorumluluğu doğurabilecek sonuçlar meydana getirebilecektir. Örneğin endüstriyel robotlar arıza veya bakım eksikliği yüzünden işçi yaralanmalarına yol açabilmekte, cerrahi robotlar ise hatalı işlemleri nedeniyle hastalara zarar verebilecektir. Yine yüz tanıma ve davranış analizi yapabilen veya biyometrik verileri toplayan robotik/dijital sistemler, kişisel verilerin ihlâli, yetkisiz veri toplama ve özel hayatın gizliliğini ihlal gibi konularda sorumluluk doğurabilecektir.

4.3.4.2.1.3 Finansal Teknoloji Uygulamaları

Finansal teknoloji (FinTech) uygulamaları da YZ desteğiyle yüksek frekanslı işlem, algoritmik ticaret, kredi skorlama, risk analizi ve dolandırıcılık tespiti gibi alanlarda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ne var ki 2010 yılında ABD borsalarında görülen "Flash Crash"[1490]

[1487] Yadron, Danny ve Tynan, Dan, "Tesla driver dies in first fatal crash while using autopilot mode", The Guardian, 30.06.2016, https://www.theguardian.com/technology/2016/jun/30/tesla-autopilot-death-self-driving-car-elon-musk (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1488] Giggs, Troy ve Wakabayashi, Daisuke, "How a Self-Driving Uber Killed a Pedestrian in Arizona", *The New York Times*, 21.03.2018, https://www.nytimes.com/interactive/2018/03/20/us/self-driving-uber-pedestrian-killed.html (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1489] Turgut Bilgiç, Ezgi, "Yapay Zekâ Modellerinin Kişisel Verilere İlişkin Cezai Sonuç Doğurabilecek İşlem ve Faaliyetleri." Kişisel Verilerin Korunmasına Uzman Bakış 2, Kişisel Verileri Koruma Kurumu, 2025, ss. 335-390.

[1490] Corporate Finance Institute, "2010 Flash Crash", https://corporatefinanceinstitute.com/resources/equities/2010-flash-crash/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

(Hızlı Çöküş) örneğinde olduğu gibi, otomatik işlem yapan algoritmaların aşırı alım-satım faaliyeti piyasalarda istikrarsızlık yaratabilmektedir. Yine hisse şişirme-boşaltma (pump-and-dump) veya fiyat yanıltma (spoofing) gibi piyasayı manipüle etmeye yönelik yasa dışı stratejileri otomatize edebilen, hatta kara para aklama veya terör finansmanına da yardım edebilecek YZ teknolojileri, cezai soruşturmaların öznesi hâline gelebilir. Öte yandan FinTech ortamında veri güvenliği açıkları kullanıcıların finansal verilerinin çalınmasına veya izinsiz kullanılmasına yol açarsa, şirketler ve ilgili yöneticiler bakımından cezai sorumluluk doğabilecektir.

4.3.4.2.1.4 Gözetim ve İzleme Teknolojileri

Bir diğer önemli uygulama alanı olan gözetim/izleme araçları, özellikle yüz tanıma teknolojisi, biyometrik doğrulama sistemleri ve dronlar sayesinde kamusal ve özel güvenlik alanlarında yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler, bireylerin rızası ve bilgisi olmadan kişisel veri elde edebilir, elde ettiği verileri saklama ve aktarma sürecinde hukuka aykırı neticeler meydana getirebilir. Dronların veya sabit kameraların sorumsuzca ya da bilinçsiz şekilde kullanımı, kazalarla veya kişilerin mahremiyetinin ihlaliyle sonuçlanabilir. Bu tür YZ kullanabilen gözetim cihazları toplumsal güvenlik sağlamada etkili olmalarının yanında mahremiyetin ve kişisel verilerin korunması yönünden ölçülü şekilde kullanılmalıdır.[1491] Dolayısıyla cezai sorumluluk, kişisel verilerin korunmasıyla yükümlü olan şirketlerden bu cihazları kontrol eden operatörlere kadar uzanabilecektir.

4.3.4.2.1.5 Sağlık Uygulamaları

YZ kullanabilen sağlık tedavi sistemleri, tanı doğruluğunu, tedavi etkinliğini ve hasta bakım yönetimini iyileştirmeyi, bu suretle sağlık hizmetlerini teknoloji ile uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu sistemler arasında hastalık teşhisinde, tahmin analizinde ve hasta takibinde kullanılan YZ'ler yer alır. Bunların yanında yine YZ tarafından kontrol edilen cerrahi robotlar, hassas ve minimal işlemler gerçekleştiren kimi YZ destekli sanal asistanlar, tıbbi tavsiye, ilaç hatırlatması ve kronik rahatsızlıkları yönünden hastalara destek sağlamaktadır. Öyle ki bazı YZ destekli araçlar, insan doktorların gözünden kaçabilecek kimi hastalıkları da tanıyabilmekte ve kurtarıcı olmaktadır.

Diğer taraftan bir YZ sisteminin hastaya yanlış tanı veya tedavi sağlaması, işlenen hassas nitelikli sağlık verilerinin yetkisiz erişim ve sair ihlallere maruz kalması, YZ

[1491] Kişisel Verileri Koruma Kurumu, *Biyometrik Veri Rehberi*, s. 11.

algoritmasının ön yargılı olması durumunda belirli hasta grubuna karşı düşük kalite bakım veya ayrımcılığa yol açması, tıbbi gözetim olmadan ilaç önerilerinde bulunulması ve sonrasında yaşanabilecek sağlık sıkıntıları cezai yönden sonuçlar doğurabilecektir. Nitekim algoritmaları besleyen veriler taraflı veya yetersizse algoritmalar yanlış veya çarpık sonuçlar üretebilecektir. Yanlış bir teşhis, uygunsuz tedavilere, hasta sağlığının bozulmasına veya en kötü ihtimalde ölümlere yol açabileceğinden, bu durumun ciddi sonuçlarının göz önüne alınması gerekmektedir. Örneğin IBM'in Watson adlı YZ uygulaması, bazı kanser teşhisi vakalarında hatalı önerilerde bulunmuş ve pek çok eleştiriye maruz kalmıştır.[1492] Yani sağlık hizmetlerinde bir YZ ürünü kullanıldığında, hata sonucu organ kaybı veya ölüm meydana gelirse; bu hatanın sorumluluğunun kimde (doktor, kurum, bakanlık) olduğunun açıkça tanımlanmamış olması büyük bir risk olarak ifade edilebilecektir[1493]. Bu sebeple YZ ürünlerinin kullanımı sonucu ortaya çıkacak zararların sorumluluğunun açıkça tanımlanması ve bu konuda yasal düzenleme yapılması gerekliliği ifade edilmektedir.[1494]

Bir YZ tabanlı teşhis sisteminin, nadir görülen bir hastalığı yanlışlıkla daha yaygın bir hastalık olarak tanıması durumunda bu yanlış teşhis nedeniyle, hastaya yanlış tedavi uygulanması ve hastanın sağlık durumunun daha da kötüleşmesi ihtimaller arasındadır. Bununla birlikte bir YZ sistemi, hastaların sağlık verilerini analiz ederken, bu verilerin üçüncü kişilerle paylaşılmasına yol açacak bir güvenlik açığı barındırabilir. Bu durumda da hastaların hassas sağlık verilerinin rıza olmaksızın ifşası bahis konusu olmuş olacaktır.

Bahis konusu edilen bütün bu alanlarda (otonom araçlar, robotik sistemler, FinTech, izleme/gözetim teknolojileri ve sağlık uygulamaları), YZ destekli sistemlerin doğurabileceği cezai sonuçlar; ürün sorumluluğu, ihmal ve taksir, kullanıcı hatası, hacklenme/siber saldırı, veri ihlali, piyasa manipülasyonu gibi birçok başlıkta incelenebilir. Böyle durumlarda ceza hukukunun kast, kusur, taksir ve sorumluluk paylaşımı gibi kavramları yeniden yorumlanmaya ihtiyaç duymaktadır.

4.3.4.3 Yapay Zekâ Kullanabilen Araçların Sorumluluğuna İlişkin Bazı Düzenlemeler

YZ destekli teknolojilerin hızla gelişmesi, bu teknolojilerden kaynaklanabilecek olası

[1492] Cavallo, Jo, "Confronting the Criticisms Facing Watson for Oncology: A Conversation With Nathan Levitan, MD, MBA", *The ASCO Post,* 10.09.2019, https://ascopost.com/issues/september-10-2019/confronting-the-criticisms-facing-watson-for-oncology/ (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1493] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1494] a.g.e.

zararlara dair sorumluluk ve düzenleme tartışmalarını da önemli ölçüde etkilemektedir. Bununla birlikte, günümüzde YZ'nin cezai sorumluluğunu doğrudan düzenleyen bağlayıcı bir mevzuat henüz mevcut değildir. Bu eksiklik, YZ'ye ilişkin hukuki tartışmaların ağırlıklı olarak güvenlik, sorumluluk (liability) ve düzenleme prensiplerine odaklanmasına yol açmaktadır. Söz konusu yaklaşım, "cezai sorumluluk" alanını da kapsayabilecek muhtemel sorunları yalnızca zımnen veya dolaylı biçimde gündeme getirebilmektedir.

BM Avrupa Ekonomik Komisyonu (United Nations Economic Commission for Europe- UNECE), 2022 yılında Otomatik/Otonom ve Bağlantılı Araçlar Çerçevesi'ni (Framework Document for Automated/Autonomous Vehicles- FDAV) geliştirmiştir.[1495] Çin, AB, Japonya ve ABD temsilcileri tarafından hazırlanan belge, 3. ve daha yüksek seviyelerde otomatik/otonom araçların güvenliği ve emniyeti için temel ilkeleri ve öncelikleri belirlemiştir. Belgede sistem güvenliği, emniyetli tepki mekanizmaları, insan-makine ara yüzü/operatör bilgileri, nesne ve olay algılama ve tepki, operasyonel tasarım alanı (ODD/OD) belgelendirmesi, sistem güvenliği için geçerlilik, siber güvenlik önlemleri, yazılım güncellemeleri, olay veri kaydedicilerinin uygulanması ve otomatik sürüş araçları için veri depolama sistemleri gibi unsurların önemi vurgulanmaktadır.[1496] Ancak belirtilmelidir ki otomatik/otonom araçların güvenliği ve güvenliğine yönelik cezai hususlardan doğrudan bahsedilmemektedir. Fakat sistem güvenliği, başarısızlık durumunda güvenli bir duruma geçiş, insan makine ara yüzü, nesne ve olay algılama ve tepki verme, işletim tasarım alanı, sistem güvenliğinin doğrulanması, siber güvenlik ve yazılım güncellemeleri gibi konuları kapsayarak otomatik/otonom araçların güvenli bir şekilde tasarlanması, test edilmesi ve işletilmesi için çeşitli prensipler sunulmaktadır.[1497]

AB Komisyonunun YZ Beyaz Kitabı, YZ'nin yaygın biçimde benimsenmesini teşvik ederken, bu teknolojinin kullanımından doğan riskleri de yönetmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda yayımlanan 2020 tarihli "YZ, Nesnelerin İnterneti ve Robotik Alanındaki Güvenlik ve Sorumluluk Etkileri Raporu" mevcut sorumluluk düzenlemelerinin YZ'nin otonomluk, opaklık (kara kutu problemi) ve öngörülemezlik özellikleri karşısında yetersiz kalma riskini ortaya koymaktadır.[1498]

[1495] United Nations Economic Commission for Europe, "*Framework Document for Automated/Autonomous Vehicles"*, https://unece.org/info/publications/pub/365097 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).
[1496] a.g.e.
[1497] a.g.e.
[1498] European Commission, "*Report on the Safety and Liability Implications of Artificial Intelligence, the Internet of Things and Robotics"*, 19.02.2020, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0064 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

Eylül 2022'de ise AB Komisyonu, Beyaz Kitabın hedeflerini YZ Sorumluluk Yönergesi (AI Liability Directive- AILD) önerisi ile yerine getirmiştir. [1499] Avrupa Parlamentosu, AB Konseyi ve Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesi'ne sunulan raporda, YZ, nesnelerin interneti ve robotiğin, güvenlik ve sorumluluk rejimi tartışılmış ve bu teknolojilerin kullanılmasında toplumsal fırsatlar ve faydaların altı çizilmiştir. AILD'nin temel amacı, YZ'nin özelliklerine göre sözleşmeden doğmayan sorumluluk kurallarını uyarlamak, hukuki güvenliği artırmak, sınır ötesi ticareti kolaylaştırmak ve YZ kaynaklı zararların mağdurlarının, diğer teknolojilerin neden olduğu zararlara benzer şekilde etkili tazminat alma yollarına sahip olmasını sağlamaktır.

YZ sistemlerinin özerkliği, kara kutu niteliği, büyük veri setlerine dayanması ve farklı altyapısal bileşenlerle etkileşimi göz önünde bulundurulduğunda, ortaya çıkan zararın hangi eylem ya da ihmale dayandığı kolaylıkla tespit edilmeyebilmektedir. AILD önerisinde mahkemelerin, hasara neden olduğu düşünülen yüksek riskli YZ sistemlerine ilişkin kanıtların açıklanmasını veya korunmasını emretme yetkisi verilmesi (davacıların haklarını daha etkin bir şekilde kullanmaları için), davalının kusuru (belirli yükümlülüklere uymama) ile YZ'nin beklenen çıktıyı üretmemesi nedeniyle oluşan zarar arasında çürütülebilir bir nedensellik varsayımı oluşturulması (çürütülebilir nedensellik karinesi), gelecekte belirli YZ uygulamaları için kusursuz sorumluluk kurallarına ihtiyaç olup olmadığını değerlendirmek için bir gözden geçirme süreci tasarlanması konuları da yer almakta idi. Ancak AILD 2025 itibariyle AB yasama ajandasında yer almamaktadır. 2025 çalışma programında AILD üzerine öngörülebilir bir anlaşmanın bulunmadığı ve AB Komisyonu'nun başka bir teklifin ya da farklı bir yaklaşımın seçilmesinin gerekliliğini değerlendireceği belirtilmektedir. [1500]

YZ kullanan araçların sorumluluğu konusundaki mevcut düzenlemeler, ağırlıklı olarak güvenlik, emniyet, siber koruma ve ürün sorumluluğu alanlarında yoğunlaşmaktadır. Gerek UNECE'nin Otomatik/Otonom Araçlar Çerçevesi, gerek AB Komisyonu'nun hazırladığı Beyaz Kitap, Sorumluluk Raporu ve AILD bu teknolojilerin yol açabileceği zararların nasıl önlenebileceği veya ortaya çıktığında nasıl tazmin edileceği sorununa odaklanmıştır. YZ'nin cezai bakımdan fail olup olamayacağına veya hangi koşullarda cezai sorumluluğunun

[1499] European Commission, "*Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Adapting Non-Contractual Civil Liability Rules to Artificial Intelligence (AI Liability Directive)"*, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0496 (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

[1500] European Commission, "Annexes to the Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions", 11.02.2025, https://commission.europa.eu/document/download/7617998c-86e6-4a74-b33c-249e8a7938cd_en?filename=COM_2025_45_1_annexes_EN.pdf (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

tartışılabileceğine ilişkin açık bir hüküm henüz konmamış olmakla birlikte özellikle yüksek riskli YZ sistemlerine ilişkin düzenlemeler ve uluslararası iş birliği girişimleri, gelecekte cezai sorumluluk konusunun da daha net çerçevelerle ele alınabileceğine işaret etmektedir. Bu sürecin ilerleyen aşamalarında, mahkemelerin kanıtlara erişimi, yüksek risk kategorisine giren YZ sistemlerinin denetimi ve kusur-illiyet bağı gibi unsurların yeniden yorumlanması, hatta kusursuz sorumluluk veya çürütülebilir karine gibi hukuki araçların, mağdurun zararını ispatlamasını kolaylaştıracak biçimde şekillendirilmesi beklenebilir.

4.3.4.3.1 Yapay Zekânın Kişiliği Tartışmalarının Değerlendirilmesi

YZ'nin ceza hukuku bakımından sorumluluğunun tartışılabilmesi için bu varlıkların hukuki kişiliklerinin olup olmadığı, eğer varsa bunun kapsamının hangi çerçevede belirleneceği hususu önem taşımaktadır. Zira bir varlığa hukuken tanınan kişilik, o varlığın hak ve yükümlülükler açısından nasıl değerlendirileceğini, somut bir durumda hangi yaptırımların uygulanabileceğini doğrudan etkilemektedir. Gerçek kişiler açısından hukuki kişiliğin mevcudiyeti, o kişinin bilerek ve isteyerek suç işleyebilecek iradi yeteneğe sahip olmasından ötürü ceza yaptırımlarına tabi tutulabilmesini mümkün kılmaktadır. Hukuki kişiliğin tespiti, ceza hukukunda uygulanacak yaptırımların belirlenmesinde, YZ'nin eylemleri bakımından ona bazı yükümlülükler yüklenmesinde önem arz etmektedir. Örneğin bir eylem tüzel kişiye atfedildiğinde, söz konusu kişiliğin hukuki kişilik olarak kabul edilip edilmemesi, ceza hukukunda güvenlik tedbirlerinin uygulanıp uygulanamayacağını belirleyecektir. Öte yandan tüzel kişiler de birçok hukuk sisteminde hukuki kişiliğe sahiptir. Ancak tüzel kişiliklerin cezai sorumluluğu, yöneticileri veya temsilcilerinin fiilleriyle bağlantılı olarak daha çok dolaylı nitelik taşımaktadır. Hukukumuzda, tüzel kişiler doğrudan cezalandırılmamakta, tüzel kişilere güvenlik tedbirleri uygulanmaktadır.

YZ söz konusu olduğunda temel sorun, bu varlıkların ne ölçüde bilinç, irade veya ahlaki eylem yeteneği gibi insana özgü addedilen niteliklere sahip olduğudur. Bir görüş, özellikle yüksek seviyede otonomluk kazanmış veya kazanabilecek YZ'lerin "tam hukuki kişilik" olarak tanınması gerektiğini savunmaktadır.[1501] Bu yaklaşımın dayanak noktası, YZ sistemlerinin gitgide bağımsız karar verebilme kabiliyetine, çeşitli durumlarda insan müdahalesine gerek kalmaksızın karmaşık eylemleri icra edebilme özelliğine ve hatta bazı kuramcılarca öne sürülen algısal ya da bilince yakın bilişsel yapılara evrilebileceği düşüncesine dayanmaktadır. Eğer YZ teknolojileri özerk biçimde ciddi zararlar doğurabilecek

[1501] Solaiman, S. M., "Legal personality of robots, corporations, idols and chimpanzees: a quest for legitimacy", *Artificial Intelligence and Law*, C. 25, 2016, s. 175.

kararlar alabiliyorlarsa, bu eylemlerinden ötürü birtakım hukuki veya cezai yükümlülükler altına girmelerinin gerekli olduğu, bunun ancak "tam kişilik" statüsüyle sağlanabileceği ifade edilmektedir.[1502] Bunlara ek olarak YZ'nin "kendine has" bir tür bilince sahip olduğu söylenebiliyorsa, insanlara benzer sorumluluklarının da tartışılması gerektiği savunulmaktadır. Bunun yanında insanlarınkine benzeyen bazı kişilik ölçütlerine de başvurmak mümkündür.[1503] Kişiliğin tanınması, YZ kullanan araçları da yanlış kullanım veya sömürüden koruyan haklara sahip olma durumunu oluşturacaktır. Böylece riskin ve sorumluluğun yayılabildiği, yeniliklerin YZ'nin kasıt olmayan eylemlerinin hukuki sonuçlarından kaynaklanan korkuyla gereksiz yere bastırılmadığı bir ortam ortaya çıkabilecektir. Ancak söz konusu görüş, YZ'nin insana özgü bilinç ve niyetten hâlâ uzak olması, YZ'ye getirilecek yaptırım (örneğin hapis cezası) ve ıslah uygulamalarının etkinliği konusundaki güçlükler nedeniyle eleştiriye açıktır.

Tam kişilik görüşüne alternatif olarak ileri sürülen "kısmi kişilik" görüşü, YZ'ye tam kapsamlı hukuki kişilik yerine, yalnızca bazı alan veya durumlarda sınırlı haklar ve yükümlülükler tanınmasını öngörmektedir. Bu yaklaşım, YZ'nin yüksek bağımsızlık düzeyine eriştiği alanlarda (örneğin otonom araçlar, tıbbi teşhis robotları, vb.) faaliyetlerinden kaynaklanan zararların giderilmesi veya sorumluluk yüklenmesi bakımından işlevsel bir çerçeve sunabilecektir. Böylece YZ'nin kontrolünün insanda olduğu hâllerde insan sorumluluğu ön planda tutulurken, gerçek anlamda özerk karar süreçlerinde ortaya çıkabilecek zararlar bakımından da YZ sistemine özgü bazı yükümlülük ve tedbirler uygulanabilir.[1504] Kısmi kişiliğin YZ tarafından gerçekleştirilen eylemlerin sonuçlarını, ona tam bir hukuki kişilikle gelen tüm hak ve yükümlülükleri atfetmeden, işlevleriyle sınırlı şekilde ele almayı sağlayacağı ifade edilmektedir.[1505] Bu görüş YZ ve robotların artan yeteneklerini /eylem yeteneğini ve hukuki sorumluluğu/düzeni korumak arasında bir denge kurmaya çalışmakta, tam hukuki kişiliğin tartışmalı etkilerinden kaçındığı için bir çeşit orta yolu temsil etmektedir. Ancak bu yaklaşım da kısmi kişilikle ne tür hak ve yükümlülüklerin tanınacağı, hangi ölçütlere dayanarak bu statünün belirleneceği, ayrıca sorumluluk paylaşımının pratikte nasıl düzenleneceği gibi meselelere açıklık getirme ihtiyacıyla karşı karşıyadır.

[1502] Ellamey, Yasser ve Elwakad, Amr, "The criminal responsibility of artificial intelligence systems: A prospective analytical study", *Corporate Law and Governance Review, C.* 5, S. 1, 2023, ss. 96-97.
[1503] Kangal, Zeynel, *Yapay Zekâ ve Ceza Hukuku*, On İki Levha Yayıncılık, İstanbul, 2021, s. 48, 102.
[1504] McDonald, Louisa, "AI Systems and Liability: An Assessment of the Applicability of Strict Liability & A Case for Limited Legal Personhood for AI", *St Andrews Law Journal,* C. 1, 2023, s. 20.
[1505] Doğan, a.g.e., s. 203.

Diğer taraftan Avrupa Parlamentosunun 2017 tarihli bağlayıcı olmayan ve robotlarla ilgili konularda AB Komisyon'una çağrıda bulunan bir kararında değerlendirilmesi önerilen olası hukuki çözümler arasında da yer alan[1506] "elektronik kişilik" (electronic personhood) kavramı ise YZ ve robotların klasik anlamda insana veya tüzel kişilere özgü kategorilere dahil edilmesindense, kendilerine has bir hukuki statüye sahip olmaları gerektiğini ileri süren farklı görüşlerin merkezinde yer almaktadır.[1507] Bu statü, YZ sistemlerinin hem hak hem de yükümlülük bakımından geleneksel kişilik modellerinden ayrıldığı noktada, özellikle sorumluluk ve tazmin mekanizmalarını düzenleyici bir çerçeveye dayanmaktadır. Örneğin otonom araçların, yarattıkları her tür zarar için potansiyel olarak "kusursuz sorumluluk" prensibi çerçevesinde değerlendirilmeleri ve bu sorumluluğun sigorta, tazminat fonu gibi araçlarla yönetilmesi önerilmektedir.[1508] Bu yaklaşımın destekçileri, elektronik kişiliğin, kullanıcılar ve geliştiriciler açısından hukuki belirsizliği azaltacağını ve risk yönetiminde yeni olanaklar sunacağını savunmaktadır.

YZ'ye kişilik tanınmasını savunan görüşlere karşılık YZ'nin herhangi bir hukuki kişilik kazanmasına tamamen karşı çıkan görüşler de vardır. Bu görüşlerin temel tezine göre, YZ ne ölçüde gelişmiş olursa olsun, insana özgü bilinç, irade, duygusal tepkiler, ahlaki muhakeme gibi niteliklerden yoksundur ve sorumluluk ile yaptırım sistemlerinin özünde bulunan kusur veya manevi unsur gibi kavramları karşılayamaz. Bu nedenle YZ teknolojilerinin meydana getirdiği fiillerden dolayı cezalandırılmaları, insan odaklı ceza hukuku değerleriyle bağdaşmamaktadır.[1509] Öte yandan hukuki kişiliğin insan ve tüzel kişi kategorilerine dayanarak kurulmuş yapısı nedeniyle, YZ sistemlerinin bu çerçeveye uyarlanması söz konusu sisteme belirsizlik, çelişki ve karmaşıklık katacaktır.[1510]. Bu görüş, YZ sebebiyle doğan zararların, mevcut düzenlemelerin (örneğin ürün sorumluluğu, haksız fiil, ihmal, vb.) modifiye edilmesi yoluyla giderilebileceğini ve YZ'ye ayrı bir kişilik statüsü tanımanın gerekli olmadığını savunmaktadır.

4.3.4.3.2 Ceza Hukukunun Temel İlkeleri Yönünden Değerlendirme

Ceza hukukunun temel ilkeleri olan kusurluluk, kanunilik ve belirlilik ile kıyas yasağı,

[1506] European Parliament, "*European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL))*", 2017, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html (Erişim Tarihi: 05.05.2025).
[1507] Sergio M. C ve Avila Negri, "Robot as Legal Person: Electronic Personhood in Robotics and Artificial Intelligence", Frontiers in Robotics and AI, 2021.
[1508] a.g.e.
[1509] Shi, Yuwen, "On Negativism of Legal Personality of Artificial Intelligence", *Journal of Education, Humanities and Social Sciences, C. 1*, 2022, s. 91-92, 94.
[1510] a.g.e., s. 94.

YZ'nin cezai sorumluluğuna dair yeni tartışmalar meydana getirmektedir. Geleneksel olarak bu ilkeler, insan iradesine, eylemi gerçekleştiren failin bilinç ve özgür irade sahibi olmasına dayanır. Oysa YZ teknolojileri, kendi karar verme mekanizmalarıyla eylemler icra edebilseler de "kusur" atfedilebilecek bir insani iradeden yoksundur. Bir diğer deyişle YZ henüz kişi kabul edilmediği/ona kişilik atfedilmediği için bu ilkelerin uygulanabilirliği şu an için mümkün gözükmemektedir.[1511] Bu husus YZ'nin cezai netice doğuran eylemleri ile hem suçun manevi unsuru hem de kanunların öngördüğü açık suç tipleri bakımından soru işaretleri doğurmaktadır.

Kusur ilkesi, ceza hukukunun temel kavramlarındandır. Bir kişinin cezalandırılabilmesi için eyleminin hukuka aykırı olmasının yanında bu hukuka aykırılığı bilerek ve isteyerek (kasıt) veya dikkatsizce/özensizce (taksir/ihmal) gerçekleştirmesi gerekmektedir. Başka bir anlatımla, bir failin sorumlu tutulabilmesi, hukuki anlamda özgür iradeye dayalı bir davranış göstermesine bağlıdır.[1512] YZ teknolojileri, geleneksel bakışla değerlendirildiğinde kasıt, öngörü veya dikkatsizlik gibi salt insana özgü kavramlara sahip değildir. Mevcut teknolojik aşamada YZ, bilinçli olarak hukuka aykırı bir davranışta bulunma veya eylemin sonuçlarını öngörerek hareket etme kapasitesine sahip değildir. Bu nedenle doğrudan YZ'nin yol açtığı zararlı sonuçlar varsa dahi kusurluluk ilkesi gereği insan aktörlere dönük bir sorumluluk analizi yapılmalıdır. Yazılımcılar, imalatçılar, operatörler, YZ'yi kullanan gerçek ve tüzel kişiler, bilerek veya istemeksizin YZ'nin tehlikeli sonuç doğurabilecek eylemlerine zemin hazırlamış olabilirler.

Anglo-Amerikan hukukundaki Efendi-Köle (Master-Servant) prensibi, YZ'nin gerçekleştirdiği eylemler dolayısıyla, efendinin (insan veya tüzel kişi) sorumluluğunun gündeme gelebileceği anlayışını ifade etmektedir. Otonom sistem ne kadar gelişmiş olursa olsun, onu tasarlayan veya çalıştıran bir "efendi" (işveren, geliştirici, kullanıcı) bulunduğundan, ihmal veya kusur tespiti insanda aranacaktır. Buna rağmen, yüksek özerklik düzeyindeki YZ teknolojilerinde, yazılım geliştiricinin veya operatörün öngörmediği davranışlar ortaya çıkabilmektedir. Bu durumda kusurun varlığı ya da yokluğu, programcıların algoritma tasarımında veya güvenlik tedbirlerinde yeterli özen gösterip göstermediğine, YZ'nin kullanım talimatlarına uyulup uyulmadığına, verilerin dikkatli seçilip seçilmediğine göre değişecektir. Fakat her hâlükârda, hali hazırdaki hukuk sistemimiz

[1511] Çamlıca, Berat, *Yapay Zekanın Ceza Sorumluluğu ve Kişilik Tartışmaları*, Yetkin Yayınları, Ankara, 2022, s. 43.

[1512] Artuk, Mehmet Emin ve Gökçen, Ahmet ve Yenidünya, Caner, *Ceza Hukuku Genel Hükümler*, 8. basım, Adalet Yayınevi, Ankara, 2013, s. 477-480.

uyarınca kusur atfı doğrudan YZ'ye yapılamamakta cezai sorumluluk atfı için insan-failin kusurlu bulunması gerekmektedir.

Ceza hukukunun temel ilkelerinden bir diğeri, bir fiilin suç sayılabilmesi için bunun yazılı kanunda açıkça tanımlanmış olması gerektiği, "kanunsuz suç ve ceza olmaz (nullum crimen, nulla poena sine lege)" ilkesidir. Bu evrensel ilke hem hukuki öngörülebilirliği sağlamakta hem de keyfî cezalandırmaları önlemeyi amaçlamaktadır.[1513] YZ'nin gerçekleştirdiği veya sebep olduğu eylemlerin suç sayılabilmesi, bu eylemlerin ya mevcut suç tipleriyle örtüşmesi ya da YZ'nin eylemlerinden kaynaklanan özel fiillerin kanunda açıkça düzenlenmesi hâlinde mümkündür. Buradaki "kanun" ifadesinden kasıt ise kanun koyucunun hukuka uygun şekilde ortaya koyduğu, yürürlükte olan ve şekli anlamdaki kanundur.[1514] Kanunilik ve belirlilik ilkeleri güvenlik tedbirleri açısından da aranan bir koşuldur.[1515] Örneğin, insan öldürme (TCK m. 81 vd.), mala zarar verme (TCK m. 151 vd.) gibi klasik suç tiplerinde bahis konusu fiilin faili insan olarak tanımlanır. Oysa YZ'nin belirli suçlarda fail olup olamayacağı henüz başlangıç aşamasındayken soru işaretleri doğurmaktadır.

Eğer YZ kaynaklı yeni tür zararlar (örneğin algoritmik yanlış kararlarla bir hastayı tedavi etmeme, otonom araçla bir başka insana çarpmak vb. eylemler) mevcut kanunlarda öngörülmemişse, bunları suç olarak nitelemek kanunilik ilkesine aykırı olacaktır. Bu nedenle YZ'yi kapsayan yeni düzenlemeler yapılmadığı sürece "kanunsuz suç olmaz" ilkesi, YZ eylemlerinin ceza hukukunun dışında kalmasına sebep olabilecektir. Kanunilik ilkesi yalnızca fiilin tanımlanmasını değil, cezai yaptırımın da belirli ve öngörülebilir olmasını şart koşmaktadır. YZ bakımından, hangi "davranışların" suç sayılacağı Türk Ceza Kanunu'nda açıkça belirtilmediği takdirde, imalatçı veya kullanıcı -kanunilik ilkesi gereği- sorumlu tutulamayacaktır.

Belirlilik ilkesi ise suç ve cezaların net, anlaşılabilir ve yoruma çok fazla açık olmayan şekilde kanunda düzenlenmesini gerektirmektedir.[1516] Bu ilke kanunilik ilkesiyle iç içedir. YZ teknolojilerinde ise öngörülemez davranışlar ve kendini sürekli geliştirerek "öğrenen" algoritmalar söz konusu olduğundan, kanun ile her senaryoyu ayrıntısıyla tanımlamak hayli güçtür. Zira kullanılan YZ zamanla değişen verilerle yeni kararlar verecektir. Bu değişkenlik, "hangi somut fiilin suç oluşturduğu" sorusunu da belirsiz kılmaktadır. Belirlilik ilkesine hizmet eden bir yöntem, YZ'nin karar alma mekanizmalarını daha şeffaf hâle getirmektir.

[1513] Mahmutoğlu, Fatih Selami ve Karadeniz, Serra, *Türk Ceza Kanunu Genel Hükümler Şerhi,* 2. baskı, Beta Yayım, İstanbul, 2021, s. 8.
[1514] Artuk-Gökçen-Yenidünya, a.g.e., s. 112.
[1515] Artuk-Gökçen-Yenidünya, a.g.e.
[1516] Mahmutoğlu-Karadeniz, a.g.e., s. 16.

Ceza hukukunda kanunilik ve belirlilik ilkelerinin tamamlayıcı unsuru olarak kıyas yasağı, kanunda açıkça suç olarak düzenlenmemiş bir fiilin, benzer bir suç tipine kıyas yapılarak cezalandırılamayacağını ifade etmektedir. Kıyas hali hazırda kanunda suç şeklinde tanımlanmamış bir eylemin cezalandırılmasının, suç tanımlaması yapılmış eylemlere benzetilmesini ifade etmekte olup salt hukuki yorumdan ayrı bir faaliyettir.[1517] Kıyas yasağı uyarınca da açıkça ve belirli biçimde suç teşkil edip etmediği kanunda yer almayan bir eylem/ihmal durumu için kıyas yoluyla bir başka suça öngörülen cezanın o eyleme uygulanması yasaktır. Ancak YZ'nin yol açtığı zararların, hâlihazırdaki suç tiplerine uymama ihtimali bulunmaktadır. Bu durumda özellikle yüksek düzeyde bağımsız davranış sergileyebilen YZ teknolojileri için kıyas yapılmadan uygulanabilecek açık suç tanımlarının gelecekte yapılması gerekecektir.

İfade edilmelidir ki kusurluluk, kanunilik ve belirlilik ile kıyas yasağı gibi ceza hukukunun temel prensipleri, günümüzde YZ sistemlerinin cezai sorumluluğunu ele alırken büyük ölçüde "insan fail" perspektifini korumaktadır. Bu çerçevede:

- YZ'nin şu anki aşamada irade veya kasıt gösterme kapasitesi bulunmadığından, sorumluluk atfı insan aktörlere (programcı, imalatçı, kullanıcı vb.) yapılacaktır.
- YZ'nin öngörülemez eylemlerini net bir şekilde suç kapsamına almak, kanunun önceden açıkça düzenleme yapmasını gerektirmektedir. Mevcut düzenlemeler insan fail modeline dayandığından gelecekte YZ'nin davranışlarını karşılayacak kapsayıcı hükümlere ihtiyaç duyulabilecektir.

4.3.4.3.3 Suçun Unsurları Yönünden Değerlendirme

Ceza hukukunda klasik anlamda failin fiil olarak gerçekleştirdiği davranış (icraî veya ihmali), suçun oluşumuna zemin hazırlamaktadır. YZ tarafından yapılan bir hareket, önceden programlandığı veya talimat verildiği gibi gerçekleştirilmişse, suçun maddi unsurunun oluştuğu söylenebilecektir.[1518] Örneğin bir otonom aracın yaptığı manevra, hatalı bir tıbbi teşhise neden olan algoritma çıktısı ya da bir sohbet botunun asılsız iftiralar üretmesi, hareket rolünü üstlenen eylemlerdir. YZ'nin fiilinden doğan sorumluluk, çoğunlukla bu sistemleri tasarlayan, programlayan, işleten veya güncelleyen insanlara (örneğin geliştiriciler, kullanıcılar, kurumsal operatörler) yansıyacaktır. Bu kişiler, YZ'nin gerçekleştirdiği hareketi

[1517] a.g.e.
[1518] Dsouza, Mark , "Don't Panic Artificial Intelligence and Criminal Law", *Artificial Intelligence and the Law: Cybercrime and Criminal Liability* (Editör: Baker, Dennis J. ve Robinson, Paul H.), Routledge, New York, 2021, ss. 249-252.

doğrudan komuta etmese de sistemi o şekilde tasarlamaları veya kontrol etmeleri nedeniyle cezai sorumluluk altına girebilecektir.

Ceza hukukunda netice ise fiilin ortaya çıkardığı somut sonucu ifade etmektedir. Bu sonuç kimi zaman bir şahsın bedensel bütünlüğüne zarar vermek (yaralama, öldürme) kimi zaman da bir malvarlığına yönelik zarar (mala zarar verme) veya şerefe karşı işlenen suç (hakaret, iftira) vb. olabilecektir. Bir sohbet botunun gerçek olmayan ithamlarda bulunması, bunun sonucunda bir kişinin itibarının zedelenmesi veya bir otonom aracın kaza yapmasıyla bir kişinin yaralanması, somut bir neticenin varlığını göstermektedir. YZ'nin çıktısı, bazen doğrudan zarar yaratırken (otonom aracın çarpması gibi), bazen de dolaylı zararlara yol açabilir (yanlış medikal teşhis sonucu gecikmiş tedavi). Her hâlükârda, ceza hukuku sorumluluğu yönünden netice, YZ'yi işletenlerin veya tasarımcıların fail sıfatlarını gündeme getirmektedir.

Cezai sorumlulukta failin hareketi ile ortaya çıkan netice arasındaki nedensellik ilişkisinin ortaya konulması da bir gerekliliktir.[1519] Suçun maddi unsuru olarak fiil, neticenin doğrudan veya dolaylı sebebi olmalıdır. Fakat otonom sistemlerin çok katmanlı algoritmalara, veri setlerine ve sürekli öğrenmeye dayanması, "hangi eylemin hangi zarar veya neticeye yol açtığını" netleştirmeyi zorlaştırmaktadır. Örneğin bir kazanın, programlama hatasından mı, yanlış veya eksik veri setinden mi, yoksa kullanıcı ihmali veya beklenmedik çevresel koşullardan mı kaynaklandığının tespiti sorumluluğun belirlenmesi yönünden şarttır. Kimi zaman bir YZ'nin hatalı kararında, yazılımı üreten şirketle verileri sağlayan kuruluş ve hatta sistemin bakımından sorumlu olan kişi birlikte rol oynayabilecektir. Nedensellik kurulurken, her bir aktörün cezai neticeye katkı payı ayrı ayrı tespit edilecektir.

Fail, suç oluşturan fiili işleyen veya buna katılan kişidir. YZ söz konusu olduğunda, failin kim olduğunun belirlenmesi ayrı bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Hukuk sistemimiz, YZ'ye tipik olarak fail statüsü vermemektedir. Bunun yerine YZ'nin davranışlarını tasarlayan veya kontrol eden kişiler, potansiyel fail konumuna yerleşecektir. YZ'nin beklenmedik bir karar vermesi de failin kimliğini bulanıklaştıracaktır. Örneğin failin yazılım hatasını yapan programcı mı, veriyi sağlayan şirket mi, yoksa YZ'yi yanlış koşullarda kullanan operatör mü olduğu somut olaydaki nedensellik bağına göre değişebilir.

Manevi unsur failin suç işleme niyetini veya zihinsel durumunu kapsamaktadır. Klasik ceza hukukunda kast ve taksir (ihmal) manevi unsur bağlamında ele alınır. Kast, failin bir sonucu öngörerek ve bu sonucu isteyerek hareket ettiği durumu ifade etmektedir. Kastın

[1519] Mahmutoğlu-Karadeniz, a.g.e., s.432.

varlığı, failin eyleminin sonuçlarının farkında olması ve bu sonuçları istemesiyle belirlenecektir. Doğrudan kastta failin eyleminin sonucunu öngördüğü ve bu sonucu elde etmek için eylemini gerçekleştirdiği durumlar yer alır ve fail eyleminin doğuracağı sonuca yönelik kesin bir niyet sahibidir, sonucun gerçekleşmesini doğrudan amaçlar. Olası kast ise failin eyleminin yol açabileceği zararlı sonucu öngördüğü ancak bu sonucu doğrudan amaçlamadığı durumlardır (TCK m. 21(2)). Bu hallerde fail eylemin olası zararlı sonucunu öngörür ancak doğrudan bu sonucu hedeflememekte, bunun yerine sonuç gerçekleşme olasılığını kabul etmekte ve riski üstlenmektedir. Oysa YZ'nin eylemleri, insan tarafından programlanan algoritmaların yürüttüğü işlemlerden ibarettir. Amaç (örneğin hedef vurma, sesli komutla bir fiili gerçekleştirme) YZ'ye değil, onu programlayana aittir. Bir YZ bilerek zararlı şekilde programlanmışsa, kastın insandaki karşılığı aranmaktadır. Örneğin, bir otonom silah sistemine "sivillere saldır" gibi kasıtlı veya hukuka aykırı bir talimat yüklenmişse, bu kast programcıya veya komuta eden operatöre ait olacaktır.

Taksir ise failin öngörülebilir bir sonucu öngörmesi gerekmesine rağmen kusurlu şekilde öngörememesinden kaynaklanmaktadır (TCK m. 22(2)). Fail sonuçtan yararlanmak ya da onu doğrudan istemek yerine, "öngör(e)memiş veya aldırış etmemiş" durumdadır. Bir otonom aracın yanlış sensör verisi sebebiyle kaza yapmasında, yazılım veya donanım sağlayıcısının öngörülebilir hataları veya bakımı yapmayan kullanıcının ihmali söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle "taksirle yaralama/öldürme" kapsamında sorumluluk gündeme gelebilecektir.[1520] Bununla birlikte YZ'nin doğasındaki girift yapı ve öğrenme kabiliyeti nedeniyle her potansiyel riski "öngörmek" zordur. Bu durum, hangi hataların taksir sayılacağını belirlemeyi güç hâle getirmektedir (ör. veri seti eksikliği, algoritma güncellemelerinin eksikliği, vb.).

Bir fiilin suç olarak bir kişiye yüklenebilmesi için maddi ve manevi unsurları taşımasının yanında aynı zamanda bu fiilin hukuka aykırı olması da gerekmektedir. Yani fiil, bir ceza normunu açıkça ihlal etmelidir. Ancak bazı hukuka uygunluk nedenleri (meşru müdafaa, zorunluluk hâli vb.) fiilin hukuka aykırılığını ortadan kaldırabilmektedir. YZ bağlamında hukuka aykırılık, sistemin kendisinin hukuka aykırı bir eylemi gerçekleştirmesi (örneğin kişisel verileri hukuka uygun bir rıza olmaksızın işlemesi), sistemin kullanımının yasalara aykırı olması (örneğin bir YZ'nin yasaklanmış bir alanda kullanılması) veya YZ'nin sonuçlarının hukuka aykırı olması (örneğin ayrımcı bir karar verilmesi) şeklinde tezahür edebilecektir. Ancak YZ'nin kendi tüzel veya gerçek kişilik statüsü olmadığı için hukuka

[1520] Kangal, a.g.e., s. 102.

aykırılık, büyük ölçüde onu kullanan ya da yöneten insanlara veya kuruluşlara atfedilecektir. Suçun manevi unsuru da kullanan ya da yöneten insanlarda veya kuruluşlarda aranacaktır. Dolayısıyla bir YZ'nin yasadışı faaliyet göstermesi hâlinde, sistemin geliştiricilerinin, işletmecilerinin veya bu sistemi benimseyen kurumların cezai sorumluluğu gündeme gelebilecektir.

Görüleceği üzere YZ destekli fiillerin tespiti ilk bakışta kolay görünse de bu fiillerin hangi insan aktöre dayandığı, hangi aşamada kusur ve sorumluluğun paylaşılacağı her olay özelinde analiz edilmelidir. Özellikle otonom sistemlerin çok kaynaklı veri ve algoritmalara dayanması, nedensellik bağının ispatını daha da güçleştirmektedir. YZ'nin irade veya niyet kavramlarına sahip olmaması gerekçesiyle, ceza hukukunun kast ve taksir modelleri genellikle insan-fail düzleminde yorumlanmaktadır. Yani YZ'nin eylemleri kasıtlı veya taksirli addedilmeyip kusur ya da kasıt sistemin tasarımcılarına, programcılarına veya kullanıcılarına yüklenecektir.

4.3.4.3.4 Kusur Atfı ve İradeye İlişkin Problemler

İfade edildiği üzere insan eylemlerine özgü niyet ve irade olgularının YZ teknolojilerinde var olmadığı gerçeği, suçun manevi unsurunun tespitinde güçlük yaratmaktadır. Zira kusur, ceza hukukunda failin eylemini bilerek ve isteyerek gerçekleştirmesini, başka bir ifadeyle hukuka aykırı olduğunu öngörebilmesi ve buna rağmen eylemi seçmesi anlamına gelmektedir. Oysa YZ teknolojisi, yalnızca algoritmalar ve veri setleri çerçevesinde işlem yaptığından, kendi başına özgür bir irade, bilinç veya niyet geliştirmesi söz konusu değildir. Sistemlerin çıktıları, onları tasarlayan veya kullanan insan aktörlerin bilgi, amaç ve değer aktarımıyla sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla kusurun kime atfedileceği, bir YZ'nin eylemi sonucunda oluşan zarardan hangi insan ya da kurumun sorumlu tutulacağı, sıklıkla belirsiz durumlara yol açabilir. Programcılar ya da işleticiler, başlangıçta öngörmedikleri riskler yüzünden sorumlu bulunabilir ancak YZ her öğrenme turunda yeni sonuçlar üretebildiğinden, bu öngörülemezlik, kusur veya kast tespitinde açmazlar doğurabilecektir. Ayrıca farkındalığın ikamesi veya güçlü YZ modellerinin insan benzeri karar verme süreçleri geliştirebileceğine dair görüşler bulunsa bile, bu sistemlerin gerçekte bilinçli bir etik muhakeme yürüttüklerini veya kendi niyetlerini oluşturduklarını söylemek henüz mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, bir YZ'nin kendi kendine kasıtlı bir suç işlediğini ileri sürmek, şu aşamada ceza hukukunun temelindeki kusur ilkesiyle bağdaşmamaktadır.

Bunun yanı sıra ahlaki ve etik boyutlar da YZ teknolojileri bakımından karşımıza yeni

ikilemlerle çıkmaktadır. İnsan, toplumsal ve kültürel etkenler ışığında bir eylemin zararını veya yararını öngörerek, pişmanlık duyabilen, vicdan azabı çekebilen bir varlıkken, YZ için benzer bir duygu veya ahlaki karar mekanizması yoktur. Bu durum cezalandırmanın amaçları bağlamında (örneğin ıslah veya rehabilitasyon) ciddi bir ikilem doğurmaktadır zira bir YZ teknolojisine ceza vermek, onun tutumunu veya bilinç hâlini/bilinç düzeyini dönüştürmeyecektir. Ayrıca eylemi işleyen varlıkta öz farkındalık ya da irade olmadığında, cezalandırma işlevinin temel dayanakları (caydırıcılık, ıslah, toplumu koruma vb.) nasıl yorumlanacağı da netlik kazanmaz. YZ'nin olası zararlı sonuçlar doğuran davranışları için getirilecek yaptırımlar, gerçekte YZ'yi tasarlayanların veya kullananların üzerinde yoğunlaşmaktadır.

4.3.4.3.5 İştirak ve Dolaylı Faillik Konusundaki Problemler

Suça iştirak, birden çok kişinin suç işlenmesine birlikte katkıda bulunması anlamını taşımaktadır[1521]. YZ teknolojilerinin ise hızla artan özerkliği, bu ceza hukuku kurumunu da zorlamaktadır. Doğrudan faillik, müşterek faillik, dolaylı faillik, azmettirme ve yardım etme gibi iştirak biçimlerinde failin insan olması varsayımıyla hareket edilir. Ancak bir YZ söz konusu olduğunda, özellikle "özerklik" düzeyinin artması, hem ortak niyet (müşterek faillik) hem de failin kimliği (doğrudan veya dolaylı faillik) açısından birçok belirsizliği beraberinde getirmektedir. Örneğin bir YZ, azmettirme veya yardım etme fiilini görünüşte gerçekleştirecek şekilde tasarlanmışsa veya bir suç eylemine katkı sağlarsa, bu katkı bilinçli ve iradi bir katılım olarak değerlendirilemeyeceği için, YZ'nin eylemleri son tahlilde insan aktörlerle ilişkilendirilmektedir. YZ'nin karar süreçlerine komut veya manipülasyon yoluyla yön veren ve zarar verici sonuçlar doğurmasına neden olan kişiler, geleneksel ceza hukukunda dolaylı fail veya azmettirici konumunda yer almaktadır. Böylece bir YZ'nin kurgusal veya otonom davranışları, yine arka plandaki programlayıcı, tasarımcı ya da yöneticiye atfedilecektir.

Diğer taraftan YZ bazen insan müdahalesine gerek kalmaksızın bağımsız kararlar alarak da fiilde bulunabilir ki eğer bu kararlar doğrudan cezai neticeye sebep olacak bir zarara yol açarsa doğrudan fail sıfatının kime yükleneceği hususu yeniden tartışma konusu olacaktır. YZ'nin niyetten ve iradeden yoksun olması nedeniyle klasik müşterek faillik kuralları (ortak kast vb.) uygulanamadığından, kusur yine gerçek kişilerde aranacak, YZ'nin gerçekleştirdiği fiiller, insanların kasıtlı veya taksirli hareketleriyle bağlantılı görülecektir. Dolayısıyla

[1521] Artuk-Gökçen-Yenidünya, a.g.e., s.630.

kullanıcının veya geliştiricinin sisteme zararlı talimatlar kodlaması veya bir güvenlik açığından yararlanması hâlinde bu kişilerin dolaylı fail sayılması mümkün hâle gelmektedir.

4.3.4.3.6 Yapay Zekâya Yaptırım Uygulanması

Hapis ve adli para cezaları gibi geleneksel ceza hukuku yaptırımları esasen gerçek kişi faillere yönelik olarak şekillenmiştir. Bununla birlikte, yaptırımların suç işleyerek topluma zarar veren kişileri caydırma, rehabilite etme ve mağdurun haklarını koruma amaçları da bulunmaktadır.[1522] YZ teknolojilerinin kullanımında suçların işlenme biçimi çeşitlendikçe (siber saldırılar, veri ihlalleri, manipülasyonlar vb.), bu alandaki mevcut yaptırım araçlarının yeniden gözden geçirilmesi gereklilik hâline gelebilecektir.

Hapis cezası, en bilinen yaptırım olup suç işleyen kişinin özgürlüğünün belirli bir süre kısıtlanmasını içerir. Failin suça konu fiilinin niteliğine, işlenen suçun ağırlığına ve kişinin geçmişine göre hapis süresi ve uygulanma koşulları değişebilecektir. Gerekli hâllerde hapis cezaları ertelenebilir, denetimli serbestlikle değiştirilebilir veya ceza indirimi gibi yöntemler uygulanabilir. Bu esneklik, özellikle suçluyu topluma yeniden kazandırmayı amaçlayan yaklaşımın sonucu olarak gelişmiştir. Adli para cezası ise suç karşılığında maddi bir yaptırıma tabi tutulmayı ifade etmektedir. Burada amaç, suçun ciddiyetinin bir bedel olarak ödetilmesi ve caydırıcılık sağlanmasıdır. TCK, cezalandırmanın keyfî olmaması için belirli alt ve üst sınırlar getirmiştir.

İki klasik yaptırım türünün yanı sıra, güvenlik tedbirleri de ceza hukukunun temel araçlarından biridir. Bazı suçların tehlike teşkil etmesi durumunda, toplumun menfaatini koruma amacıyla alınan güvenlik tedbirleri, ceza kanunlarına ek olarak uygulanan önlemler arasında önemli bir yer tutmakta, suçların önlenmesi ve kamu düzeninin korunması açısından büyük bir gereklilik anlamı taşımaktadır. Tarihsel olarak, toplumlar suçlularla mücadelede cezanın yetersiz kaldığını görerek, ilave koruyucu önlemler geliştirme ihtiyacı duymuştur. Güvenlik tedbirleri, suç işleyen kişilerin toplum için oluşturduğu tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla, kanunlar tarafından öngörülen ve hâkim kararı ile uygulanan yaptırımlardır.[1523] Bu bağlamda, güvenlik tedbirlerinin uygulanabilmesi için suçun toplum için tehlike oluşturması, suç olarak tanımlanmış bir fiilin varlığı, güvenlik tedbirinin orantılılığı ile hukuk devleti ilkesine uygun, hâkim tarafından verilmiş bir karara dayalı olması gerekmektedir.[1524] Güvenlik tedbirleri, tüzel kişiliklerin yasalara uygun hareket etmelerini sağlamak, suç

[1522] Artuk-Gökçen-Yenidünya, a.g.e., ss. 715-719.
[1523] Artuk-Gökçen-Yenidünya, a.g.e., s.905.
[1524] Mahmutoğlu-Karadeniz, a.g.e., ss.1288-1899.

işlemelerini önlemek ve caydırıcılık oluşturmak amacı taşımaktadır. Bu tedbirler, faaliyetlerin durdurulması, belirli bir süre için faaliyet izinlerinin askıya alınması, tüzel kişiliğin feshedilmesi veya mali sınırlamaların getirilmesi gibi farklı şekillerde olabilmektedir. Ayrıca, denetim altına alınma veya belirli standartlara uyum zorunluluğu gibi önleyici tedbirler de uygulanabilmektedir.

TCK'daki güvenlik tedbirleri "belli hakları kullanmaktan yoksun bırakılma, eşya müsaderesi, kazanç müsaderesi, çocuklara özgü güvenlik tedbirleri, akıl hastalarına özgü güvenlik tedbirleri, suçta tekerrür ve özel tehlikeli suçlular, sınır dışı edilme ve tüzel kişiler hakkında güvenlik tedbirleri" olarak sıralanmıştır (TCK m. 53-70). Dolayısıyla TCK'ya göre sadece bireyler değil, tüzel kişiler de güvenlik tedbirinin muhatabı olabilecektir. Tüzel kişiler (örneğin YZ kreatörü olan veya kullanan bir şirket) üzerinde uygulanan güvenlik tedbirleri, kurumsal suçluluğun önlenmesi ve cezalandırılması açısından tüzel kişiliğin faaliyetlerinin sınırlandırılmasından, mali cezalara ve hatta tüzel kişiliğin tamamen feshine kadar geniş bir yelpazede şekillenebilmektedir.

YZ açısından yaptırımlar meselesinde, genel olarak iki olası senaryoya odaklanmak gerekmektedir:

1. YZ "Kullanılarak" Suç İşlenmesi: Örneğin kişisel verilerin izinsiz ya da hukuka aykırı olarak yayılması, verilmesi veya ele geçirilmesi suçunun işlenmesi (TCK m. 136), YZ tabanlı manipülasyonlar, otomatik karar alma süreçlerinde ayrımcılık veya deepfake benzeri sahte içerik üretimleri bu kapsama girebilecektir. Bu gibi durumlarda, suça karışan kişi veya kuruluşlara adli para cezası veya fiilin ağırlığına göre hapis cezası verilebilecektir. Bununla birlikte şirketlerin lisanslarının iptali veya faaliyetlerinin sınırlandırılması gibi güvenlik tedbirleri de gündeme gelebilecektir.

2. "Doğrudan" YZ Kaynaklı Cezai Neticelerin Doğması: Kendi kendine öğrenen, öngörülemez kararlar alabilen bir YZ, insan müdahalesi olmaksızın doğrudan bir zarara yol açabilir. Hukuk sistemimiz, YZ'nin kendisini ayırt etme gücü bulunan bir fail olarak kabul etmediği için, doğrudan YZ'ye hapis veya para cezası verilemeyecektir. Ancak sistemin devre dışı bırakılması, zarar verici fonksiyonlarının engellenmesi, zorunlu güncellemeler veya veri setlerinin yeniden düzenlenmesi gibi düzenleyici veya önleyici tedbirler uygulanabilecektir.

Neticede YZ'ye doğrudan yaptırım uygulamak mümkün gözükmemekle birlikte, cezai sorumluluk YZ'yi tasarlayan, geliştiren, kullanan veya denetiminden sorumlu olan insan ya da tüzel kişilere yönelecektir. Mahkemeler veya önceden görevlendirilmiş düzenleyici otoriteler, YZ'nin verdiği zararı ortadan kaldırmak ve tekrarını önlemek için çeşitli müdahalelerde bulunabilecektir. YZ'nin kamuya veya kullanıcılarına zarar verdiği

saptandığında, sistemi geçici veya kalıcı olarak piyasadan çekmek, yeniden programlama ya da izolasyon gibi önlemler almak gibi faaliyetler TCK kapsamında birer güvenlik tedbiri olarak değerlendirilebilir.

Tablo 14. Cezai Sorumluluk Açısından Yaşanabilecek Temel Zorluklar

Temel Zorluk	Açıklama
Cezai Sorumluluğun Kapsamının Belirlenmesi	Geleneksel ceza hukuku insan fail varsayımıyla kurulmuştur. Otonom araç gibi özerk YZ'lerin kararlarında, kazada sorumluluğun sürücü mü, imalatçı mi, yazılım mühendisi mi yoksa hiçbir kimseye mi ait olduğu belirsizleşir. YZ'nin öğrenme kapasitesi, kusurluluğun tespitini daha da zorlaştırır.
Eylemlerin Öngörülememe Sorunu	Ceza hukukunda sorumluluk için eylem ve sonucunun öngörülebilir olması şarttır. İleri seviye YZ teknolojileri, geliştiricilerince bile tahmin edilemeyen davranışlar sergileyebilecektir. Bu husus da "fiilin önceden bilinebilir olması" şartını zayıflatır ve kanunilik ilkesinin temel gereklerinden sapmalara yol açar.
Kast ve Kusura İlişkin Sorunlar	Kast, taksir vb. kavramlar insan bilinci ve iradesine dayanır. YZ'nin niyet veya saik taşımaması, kasten işlenen suçlar bakımından problem oluşturur. Yanlış veriler veya önyargılı algoritmalar sonucu meydana gelen hataların kusur olarak kime ve hangi ölçüde yüklenebileceği hukuken tartışmalıdır.
Hukuki Kişiliğin Belirlenmesindeki Zorluklar	YZ'nin henüz hukuki kişiliğe sahip olmaması, cezai sorumluluğun kime ait olacağını belirsizleştirir. Bazı görüşler "elektronik kişilik" tanınmasını önerse de mevcut ceza hukuku sistemi suçun insan-faile yüklenmesi esasına dayanır.

4.3.4.4 Üretken Yapay Zekâ İçeriklerinden Sorumluluk

Bu aşamaya kadar özel hukuk ve ceza hukuku sorumluluğu kapsamında yapılan açıklamalar kural olarak üretken YZ için de geçerlidir. Bunun yanında YZ öncesinde de internet ortamında yapılan yayınların ve paylaşılan içeriklerin önemi, olası etkileri ve sınıraşan ya da anonim etkileşimin kolaylığı sebebiyle kimlik tespitinin zorlaşması gibi sebeplerle internet ortamındaki içeriklerin bazı özel düzenlemelere tabi tutulması gerektiği ve bazı durumlarda internet ortamında yayınlanan içeriklerin kaldırılmasının ya da bu içeriklere erişimin engellenmesinin mümkün olması kabul edilmiştir. Türk hukukunda bu konudaki temel düzenleme 5651 sayılı Kanun'dur.

5651 sayılı Kanun 2007 tarihli olup zaman bakımından eski görünse de niteliği itibariyle internet ortamındaki içerikler için genel bir uygulama alanına sahiptir. Bu sebepler her ne kadar kanun açıkça YZ'ye ya da YZ tarafından üretilen içeriklere atıf yapmasa da bu içeriklerin internet ortamında paylaşılması durumunda da uygulanacaktır.

Kanunun yapısına bakıldığında ilk halinde erişim sağlayıcı, toplu kullanım sağlayıcı, yer sağlayıcı ve içerik sağlayıcı olmak üzere dört temel kişi üzerine odaklandığı ve 2020 tarihinde yapılan değişiklikle bunlara sosyal ağ sağlayıcısının eklendiği görülmektedir. Kanunda içerik sağlayıcı "internet ortamı üzerinden kullanıcılara sunulan her türlü bilgi veya

veriyi üreten, değiştiren ve sağlayan gerçek veya tüzel kişi", yer sağlayıcı "hizmet ve içerikleri barındıran sistemleri sağlayan veya işleten gerçek veya tüzel kişi", sosyal ağ sağlayıcı "sosyal etkileşim amacıyla kullanıcıların internet ortamında metin, görüntü, ses, konum gibi içerikleri oluşturmalarına, görüntülemelerine veya paylaşmalarına imkân sağlayan gerçek veya tüzel kişi", toplu kullanım sağlayıcı "kişilere belli bir yerde ve belli bir süre internet ortamı kullanım olanağı sağlayan" ve erişim sağlayıcı "kullanıcılarına internet ortamına erişim olanağı sağlayan her türlü gerçek veya tüzel kişi" olarak tanımlanmıştır.

Kanun sistematiğinde genel olarak internet ortamındaki içeriklerden bu içeriği internet ortamında sağlayan kişinin sorumlu olduğu, kural olarak bu içeriğin paylaşılması için dijital ya da barındırma hizmeti şeklinde fiziksel yer sağlayanların ya da altyapı tarafından internet erişimine imkân sağlayan kişilerin içeriklerden sorumlu olmadığı düzenlenmektedir. Bu doğrultuda m. 6(2) ile erişim sağlayıcıların kendisi aracılığıyla erişilen bilgilerin içeriklerinin hukuka aykırı olup olmadığını ve sorumluluğu gerektirip gerektirmediğini kontrol etmekle yükümlü olmadığı; m. 5(1) ile yer sağlayıcının yer sağladığı içeriği kontrol etmek veya hukuka aykırı bir faaliyetin söz konusu olup olmadığını araştırmakla yükümlü olmadığı düzenlenmiş iken m. 4(1) ile içerik sağlayıcının internet ortamında kullanıma sunduğu her türlü içerikten sorumlu olduğu belirtilmiştir. Kanun m. 4(2) uyarınca bir içeriğe bağlantı sağlamak kural olarak o içerikten sorumlu olunduğu anlamına gelmeyecek ancak sunuş biçiminden, bağlantı sağlanan içeriğin benimsendiği ve kullanıcının söz konusu içeriğe ulaşmasının amaçladığı açıkça anlaşılıyor ise sorumluluk söz konusu olacaktır. Bununla birlikte kural olarak sorumluluğu bulunmayan aktörlere de içeriklerin takip edilebilmesi ve gerektiğinde bilgilere ulaşılabilmesi için bazı yükümlülükler getirilmiş ve özellikle hukuka aykırılığı tespit edilen içeriklerle ilgili kararlara uymaları zorunlu tutulmuş, aksi halde sorumlu olabilecekleri düzenleme altına alınmıştır. Bu doğrultuda m. 6(1)(ç) ile erişim sağlayıcıların erişimi engelleme kararı verilen yayınlarla ilgili olarak alternatif erişim yollarını engelleyici tedbirleri almakla, m. 5(2) ile yer sağlayıcıların yer sağladığı hukuka aykırı içeriği içeriğin kaldırılmasına ve erişimin engellenmesine dair düzenlemeler uyarınca haberdar edilmesi hâlinde yayından çıkarmakla ve 5651 sayılı Kanun'a dayanılarak çıkartılan İnternet Toplu Kullanım Sağlayıcıları Hakkında Yönetmelik m. 4 ile toplu kullanım sağlayıcıların konusu suç oluşturan içeriklere erişimi önleyici tedbirleri almak amacıyla içerik filtreleme sistemini kullanmakla yükümlü olduğu düzenlenmiştir. Kural olarak yer verdiği ya da sağlanmasına imkân oluşturduğu içeriklerden sorumlu olmayan sağlayıcılarla ilgili olarak ise ek m. 4(14) ile hukuka aykırılığı hâkim veya mahkeme kararı ile tespit edilen içeriğin sosyal ağ sağlayıcıya bildirilmesi durumunda, bildirime rağmen yirmi dört saat içinde içeriği

çıkarmayan veya erişimi engellemeyen sosyal ağ sağlayıcının doğan zararların tazmin edilmesinden sorumlu olacağı ve bu hukuki sorumluluğun işletilmesi için içerik sağlayıcının sorumluluğuna gidilmesi veya içerik sağlayıcıya dava açılması şartının aranmayacağı düzenleme altına alınmıştır.

YZ ile özellikle de doğrudan üretken YZ kullanılarak üretilen içerikler internet ortamında yoğun şekilde paylaşılmakta ve bu içerikler zaman zaman önemli sorun ve tartışmalara sebep olabilmektedir. Örneğin Temmuz 2025'te X tarafından sosyal medya platformu X üzerinde kullanıcıların kullanımına sunulan Grok isimli YZ modeli bir güncelleme sonrasında Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı da dahil olmak üzere pek çok kişiye ya da milli ve kültürel değerlere hakaret eden, ırkçı ve ayrılıkçı içerikler üretmeye başlamış ve bu durum Grok'un çıktılarına karşı toplumsal bir tepki oluşmasına neden olmuştur. Bu tarz içeriklerin denetiminde ve koşulları sağlanıyorsa kaldırılmalarında veya içeriklere erişimin engellenmesinde 5651 sayılı Kanun'un internet ortamındaki içeriklere ve belirli kişilerin sorumluluğuna dair çerçevesi etkili olacaktır.

5651 sayılı Kanun kapsamında içerikten sorumluluk kural olarak içerik sağlayıcıya ait olduğundan YZ içerikleri bakımından sorumluluk analizinde de içerik sağlayıcının kim olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. 5651 sayılı Kanun kapsamında içerik sağlayıcının doğrudan içeriğin ilk üretici olması gerekmemektedir. İnternet ortamında sunulan içeriği oluşturmak, değiştirmek ya da sağlamak içerik sağlayıcı olarak sınıflandırılma sonucunu doğurabilmektedir. Burada önemli olan internet ortamında o içeriğin ilk kim tarafından sağlandığıdır. Bu tespit de her somut olayın özelliklerine göre ayrıca yapılmalıdır. Bir kişinin bir büyük dil modeli çıktısını aynen alıp internet ortamında paylaşması durumunda paylaşan kişi içeriği üretmediği halde o içeriği internet ortamında sağlayan kişi olduğundan içerik sağlayıcı olarak o içerikten sorumlu olacaktır. Büyük dil modelinin hem kullanıcı komutunun hem de çıktısının X'e entegre edilmiş Grok örneğinde olduğu gibi doğrudan internet ortamında paylaşıldığı durumda ise kullanıcı komutu ile YZ çıktısı birbirinden ayrı incelenmelidir. Kullanıcı komutu bakımından kullanıcı söz konusu komutu internet ortamında sağlayan kişi olduğundan içerik sağlayıcı olarak sorumlu olacaktır. Ancak her ne kadar Grok çıktıları da kullanıcı komutundan etkilense de bu çıktıları oluşturup internet ortamında sunan kullanıcılar değil Grok'tur. Grok YZ bir kişi olmadığı için içerik sağlayıcı olarak değerlendirilip sorumlu tutulamaz. Ancak 5651 sayılı Kanun kapsamında içerik sağlayıcı olarak nitelendirilmenin şartı içeriği üretmek değil sağlamak olduğundan ve X hem platformu hem de Grok'u işleten tüzel kişi olarak Grok çıktılarının olduğu gibi internette sağlamayı tercih ettiğinden X'in Grok'un çıktıları bakımından içerik sağlayıcı olarak sorumlu olduğu

söylenebilecektir.

Buradaki sorumluluk bağlantısı içeriği kimin oluşturduğuna bakılmaksızın paylaşım üzerinden kurulduğundan buradaki sorumluluk bağlantısının genel olarak YZ'nin çıktılarından sorumluluğa ilişkin tartışmadaki belirsizliklerden daha az etkilendiğini söylemek mümkündür. Ancak yine de hiç etkilenmediği söylenemez. Her ne kadar Grok'un çıktılarını filtrelemeden ya da sadece belirli özel filtrelere tabi tutarak X üzerinden yayınlama tercihiyle X aslında tüm bu içeriklerin internet ortamında sağlanabileceğine öngörebileceği halde müdahale etmeyerek içerik sağlayıcı olmaya çok yaklaştıysa da en temelde YZ çıktılarının öngörülemezliği sebebiyle X'in buradaki hareketsizliğinin mevcut hukuki düzenlemeler ışığında tam olarak öngörülmesi mümkün olmayan bir içeriğin paylaşılmasına onay gösterme kabul edilemeyeceğinin iddia edilmesi de mümkündür.

4.4 TÜRKİYE'DE YAPAY ZEKÂ İÇİN HUKUKİ ÇERÇEVE OLUŞTURULMASI

4.4.1 Türk Hukukunda Yapay Zekâya İlişkin Özel Bir Düzenleme Yapma İhtiyacı

Raporun önceki bölümlerinde YZ'nin risklerine, kazanımlarına, ulusal ve uluslararası düzlemde YZ regülasyon çalışmalarına ve Türk hukukunda YZ'ye uygulanabilecek hukuki çerçeveye değinilmiştir. Raporun bu bölümünde ise söz konusu değerlendirmelerden yola çıkılarak Türk hukukunda YZ için hukuki bir düzenleme değişikliği yapılmasına gerek olup olmadığına ve YZ'nin risklerinin yönetilip kazanımlarından faydalanılabilmesi için atılması gereken regülasyon adımlarına değinilecektir.

YZ, mevcut genel hukuki kuralların üzerinde veya onlardan bağımsız bir biçimde çalışan bir yapı olmadığından Türk hukukunda bu alana ilişkin özel bir düzenleme ihtiyacı olduğunu, yalnızca "henüz bir düzenlemenin olmaması" ya da "teknolojinin yeni olması" gerekçesine dayandırmak kavramsal olarak da pratikte de isabetli olmayacaktır. Daha önce incelendiği üzere hâlihazırda genel niteliği sebebiyle YZ'ye uygulanacak hukuki düzenlemeler hukuk sistemimizde mevcuttur. Herhangi bir yeni düzenleme önerilmeden veya yapılmadan önce YZ'nin mevcut düzenlemelerin uygulanması yoluyla çözülemeyen bir sorun ya da önemli bir risk bulunup bulunmadığı değerlendirilmeli, eğer mevcut düzenlemelerin yetersiz kaldığı ya da hiçbir şekilde uygulanmadığı bir husus söz konusu ise ancak o zaman yeni düzenlemenin gerekliliği incelenmelidir. Aksi takdirde çıkarılacak düzenlemelerin istenen amaçlara ulaşmaması, gerekli inceleme yapıldığında istenmeyen olumsuz durumların ortaya çıkması, teknolojinin hızlı değişikliği sebebiyle düzenlemenin hızlı şekilde

uygulanamaz hale gelmesi ve düzenlemenin mevcut hukuki düzenleme ve çerçeve ile çelişerek çözülmesi amaçlanan sorunlardan daha fazla sorun yaratma riskleri bulunmaktadır. Ayrıca hukuki düzenleme yapmak, doğası gereği zaman ve kaynak açısından maliyetli ve çoğu zaman da ağır ilerleyen bir süreçtir. Bu nedenle, yeni bir düzenlemenin yapılmasının ancak bu maliyeti haklılaştıracak bir amacı varsa meşruiyet kazanabileceği kabul edilmelidir.

Bir düzenleme sadece yapmış olmak için değil, belirli bir hedefe ulaşmak amacıyla gerçekleştirilmelidir. Bu hedef, toplumun farklı kesimlerini, kurumları, teknolojileri veya işleyiş sistemlerini etkileyebilir. Düzenlemelerin büyük bir kısmı insan davranışlarını belirli bir yönde değiştirmeyi amaçlamaktadır. Ancak bu amaca ulaşmak için her zaman doğrudan bireylerin hedeflenmesi gerekmemektedir. Örneğin internet içeriklerinin hukuka uygunluğunun sağlanmasında her bir kullanıcıyı her saniye izlemek ve denetlemek hem hukuki açıdan sakıncalı hem de fiilen uygulanması çok güç bir yöntemdir. Bu nedenle, düzenleme etkisi; içerik sağlayıcılar, yer sağlayıcılar, erişim sağlayıcılar ve sosyal ağ sağlayıcıları gibi sistemin düğüm noktalarında bulunan aktörler üzerinden dolaylı olarak yaygınlaştırılmakta ve böylece hem etkili kontrol sağlanmakta hem de uygulama maliyetleri düşürülmektedir. Bir regülasyon getirilirken veya bir düzenleme yapılırken regülasyon ya da düzenlemenin hedefi, uygulanabilirliği ve istenen amaca ulaşma ihtimalini artıracak şekilde seçilmelidir. Bu tür bir hedef belirlemede, ulaşılmak istenen amaç kadar bu amaca ulaşmak için en verimli yöntemlerin ne olduğu, maliyetin ne düzeyde gerçekleşeceği ve düzenlemeden etkilenecek kişi ya da sistemlerin sayısı da dikkate alınmalıdır. Özellikle sayısı kesin olmayan ya da tespit edilse bile teker teker denetimi mümkün olmayan aktörlerin söz konusu olduğu durumlarda, bu aktörlerin davranışlarını etkileyebilecek aracı kurumlar veya teknik darboğazlar ön plana çıkmaktadır. Eğer sistemin doğal akışı içinde böyle bir darboğaz yoksa düzenleme yoluyla bu tür stratejik noktaların oluşturulması mümkündür. Örneğin, internete erişim sağlayıcıların belirli nitelikleri taşıması ve herkesin bu sağlayıcılar üzerinden internete erişim sağlamasının zorunlu hale getirilmesi, kullanıcıların dolaylı olarak daha az sayıda aktör aracılığıyla düzenlenmesine imkân vermektedir.

Hukuki düzenleme yoluyla regülasyonun etki alanı değerlendirilirken göz ardı edilmemesi gereken bir diğer nokta, düzenlemelerin her zaman beklenen sonucu doğurmayabileceğidir. Bir kuralın şekli olarak hukuki bağlayıcılık kazanması ve mevzuata girmesi, bu kurala her daim uygun davranılacağı anlamına gelmemektedir. Hukuki düzenlemelerden beklenen etkinin elde edilebilmesi için uygulamalarının teknik veya sosyal araçlarla desteklenmesi gerekebilecektir.

Bütün bu değerlendirmeler ışığında Raporun bu bölümü altında sorulması gereken ilk

soru Türk hukukunda YZ'ye ilişkin özel bir düzenlemenin gerçekten gerekli olup olmadığıdır. Her şeyden önce, YZ kavramı son derece geniş bir teknolojik alanı ifade etmektedir. İçerik platformlarında öneri sunan algoritmalardan, genel amaçlı içerik üreticilerine, otonom araçlardan onlarca yıldır kullanılan bazı klasik sistemlere kadar çok farklı teknolojiler bu başlık altında toplanmaktadır. Bu nedenle, YZ genel başlığı altında yer alan her teknolojinin düzenlenmesi gereken ortak bir sorunu olduğunu varsaymak doğru olmayacaktır. Düzenleme ihtiyacının belirlenebilmesi için, önce bu kadar geniş bir kavram içinde hangi tür YZ sistem, model ve uygulamalarının hâlihazırda konuşulmakta ve tartışılmakta olan, mevcut düzenlemelerle çözülemeyen sorunlara kaynak teşkil ettiğinin netleştirilmesi gerekmektedir.

Bu çerçevede, özellikle "makine öğrenmesi" temelli sistemlerin diğerlerinden ayrıldığı görülmektedir. Raporun ilk bölümünde detaylı olarak açıklandığı üzere makine öğrenmesi, kendi içinde birçok farklı teknik barındıran bir üst kavramdır ve dolayısıyla bu başlık altında da ayrıştırmalar yapılması gerekmektedir. En büyük sorunu yaratan sistemler genellikle büyük veri kümeleri üzerinden çıkarımlar yapan, hangi kriterleri dikkate aldıkları ya da hangi işlemlerden geçtikleri net olarak bilinmeyen ve bu nedenle hem teknik karmaşıklık hem de öngörülemezlik içeren sistemlerdir. Bu tür sistemler iki temel sebeple regülasyon açısından öne çıkmaktadır.

İlk olarak, bu sistemler insanların yaşamlarını ve toplumu benzeri görülmemiş şekilde etkilemektedir. Daha önce insanlar tarafından gerçekleştirilmesi norm olan faaliyetler modern YZ sistemleri tarafından geliştirilmekte, içerik üretiminde hem hız hem kalite bakımından daha önce görülmemiş ilerlemeler kaydedilmekte, genel amaçlı ve semantik analiz yapma kabiliyetine sahip sistem ve modeller ile birçok işlemin gerçekleştirilmesi farklı ölçülerde YZ ile otomatikleştirilebilmekte veya YZ'ye delege edilebilmektedir. İşe alım kararlarından kredi değerlendirmelerine, sağlık teşhislerinden kamu güvenliğine kadar birçok kritik alanda ya doğrudan bu sistemler karar verebilmekte ya da insanlar tarafından verilen kararları önemli ölçüde şekillendirebilmektedir. Bu önemli değişiklikler sadece insanın günlük davranışlarında, üretim süreçlerinde ya da toplumdaki yerinde değişikliklere değil, temelde etkileşimin insanlar arasında kurulduğu varsayımına dayanan birçok hukuki ve pratik koruma mekanizmasında sorgulamalara da sebep olmaktadır.

İkinci neden ise daha teknik bir dayanağa sahiptir. Makine öğrenmesine dayalı ve modern anlamda YZ olarak adlandırılan sistemler; geleneksel, deterministik, aynı girdi için hep aynı çıktıları veren ve insan tarafından yüksek ölçüde kontrol edilebilen bilgisayar programlarından farklı olarak, işlem adımlarının önceden kestirilememesi ve sistemin öğrenme süreci sonucunda kendi yapısını oluşturmasıdır. Bu durum, klasik yazılım

sistemlerinden farklı bir risk ve belirsizlik zemini doğurmaktadır. Geleneksel yazılımlar ne kadar karmaşık olursa olsun, belirli girdilerle hangi çıktının alınabileceği önceden tahmin edilebilmektedir. Ancak makine öğrenmesi ile geliştirilen modellerde farklı algoritmalar için getirilen şeffaflık ve açıklanabilirlik adımları mevcut olsa da sistemin hangi verilere nasıl tepki vereceğini ya da hangi girdinin hangi çıktıya sebep olduğunu geleneksel sistemlerdeki netlikte anlamak en azından şu aşamada mümkün olmamaktadır.

Ne kadar gelişmiş olursa olsun, YZ sistemlerinin temelinde istatistiksel çıkarımlar ve büyük veri analizi yer almaktadır. Gelişmiş YZ sistemlerinin kara kutu olarak adlandırılmalarının arkasında bu sistemlerin işleyişine dair süreçlerin anlaşılamayacak kadar gelişmiş olması değil, insanlar tarafından izlenemeyecek kadar fazla sayıda hesap ve işlem içermesi yatmaktadır. Diğer bir deyişle gelişmiş YZ sistemlerinde öngörülemezlik aslında verinin büyüklüğü ve işlemlerin insan kapasitesinin çok ötesinde bir hızla yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, günümüz YZ'si ile ilgili temel sorunun; öngörülemeyen ve karmaşık sistemlerin bireylerin hayatını doğrudan etkileyen kararlar alması ve bu kararların hem yeterince şeffaf olmaması hem de hatalı olabilme ihtimali taşıması olduğu anlaşılmaktadır. Bu temel soruna ek olarak veri koruma, çevresel etkiler, enerji tüketimi ve ekonomik etkiler gibi daha özel alanlarda başka sorunlar da tespit edilebilmektedir. Sorun tespitinden sonraki adım ise bu sorunların bir hukuki düzenlemeyi gerektirip gerektirmediğinin incelenmesidir.

Türkiye'nin bazı temel nedenlerle YZ alanında bir düzenlemeye ihtiyacı olduğunu söylemek mümkündür. İlk olarak YZ'ye ilişkin en çok tartışılan ve daha önce de değinilen alanların hiçbirinde Türk mevzuatı güncel değildir. Mevzuatın güncel olması tek başına yeni bir düzenleme için yeterli bir gerekçe oluşturmamaktadır. Ancak burada mevzuatın eski olması değil yeni olmaması ve YZ'yi öngörmeden hazırlanmış olması sebebiyle YZ ile ilgili önemli hukuki noktalarda belirsizliğe sebep olabilecek olmasıdır. Nitekim Komisyon toplantılarında da Komisyon üyeleri tarafından YZ'ye ilişkin hukuki çerçevenin oluşturulması ve bu alandaki belirsizliklerin giderilmesi gerektiği ifade edilmiştir.[1525] 11.02.2024 tarihli toplantıda Komisyon'a bilgi veren Kişisel Verileri Koruma Kurumu Başkanı Prof. Dr. Faruk BİLİR de KVKK gibi mevcut düzenlemelerin YZ'yi bütünüyle kapsamadığını ve Türkiye'de YZ'nin bir hukuki çerçevesinin özel bir kanunla çizilmesinin gerekli olduğuna dair bir

[1525] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

görüşlerinin bulunduğunu belirtmiştir.[1526] Benzer şekilde Komisyon'a 08.04.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Adalet Bakanlığı Bilgi İşlem Genel Müdürü Servet GÜL YZ'nin Türk hukukunda da mutlaka düzenlenmesi gerektiğini, etik kurallarla çerçevenin çizilebileceğini ama diğer kanuni düzenlemelerin de gözden geçirilmesinin gerekebileceğini ifade etmiştir.[1527] Öğretide de mevcut düzenlemelerin YZ'den kaynaklı riskleri yönetmek ya da bertaraf etmek noktasında yeterli olmadığı ifade edilmektedir.[1528]

Mevzuat belirsizliklerinin her durumda yeni bir mevzuatla çözülmesine gerek olmayabilir. Ancak daha önceki bölümlerdeki incelemeler sonucu elde edilen değerlendirmeler incelendiğinde;

- Türkiye'de KVKK'nın esnek niteliğine rağmen YZ ile kişisel verilerin işlenmesinde hem veri işlemeyi kolaylaştırabilmek hem de ilgili kişileri YZ'ye karşı daha iyi şekilde koruyabilmek için bazı noktalarda değişikliklerin yapılmasının faydalı olabileceği,
- FSEK'in üzerinde fikri hak bulunan verilerin YZ geliştirmek ya da kullanmak için işlenmesi, hak sahipliğinin tespiti ve diğer hukuk sistemlerinde mevcut olan veri madenciliği benzeri düzenlemelerde eksiklikler içerdiği,
- YZ'den kaynaklı sorumluluk noktasında Türk hukukunda da diğer pek çok hukuk sisteminde de görülen ve YZ'nin öngörülemezliğinin yerleşik sorumluluk mekanizmalarıyla çözülmesi zor ve hatta pratik gerekçelerle bazen imkânsız hale gelmesi sorununun mevcut olduğu,
- YZ'den kaynaklı zararların ve YZ'nin geliştirilmesi ile kullanılmasında yaşam döngüsü kontrol aracı olarak kullanılan ürün güvenliği düzenlemelerinin temel dayanağı olan ÜGTDK'nın hem ürün kavramı hem de öngördüğü sorumluluk rejimi bakımından mevcut haliyle YZ'nin yönetilmesi için gerekli kapsam ve niteliğe sahip olmadığı,
- YZ'ye uygulanacak hukuki düzenlemelerdeki belirsizliklerin kısa vadede geçici çözümlerle ya da yorum yoluyla çözülmesi belirli ölçekte mümkün olabilecekse de bu belirsizliklerin uzun süre devam etmesinin YZ ekosistemini olumsuz etkileyeceği,
- YZ'nin uzun vadeli kullanımının insanın sosyokültürel özelliklerine, düşünme ya

[1526] Prof. Dr. Faruk Bilir'in 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1527] Servet Gül'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1528] Güçlütürk, Osman Gazi ve Kadıoğlu, Yasin Murat, "Yapay Zekâ ve Regülasyon", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020, s. 91.

da davranış şekillerine nasıl bir etkisi olduğu henüz tam olarak bilinmediği için kontrolsüz bir kullanım alanının uzun vadede bireylerin bilişsel kabiliyetleri üzerinden geri dönülmesi zor zararlara sebep olabileceği,

- YZ'nin kötüye kullanım senaryolarının gün geçtikçe arttığı ve bu konuda sağlam temelleri olan sistematik bir farkındalık süreci geliştirilmediği takdirde orta ve uzun vadede bireylerin YZ destekli zararlı eylemlere karşı korunmasız kalma ihtimalinin artacağı ve hukuki bir çerçevenin bu noktada genel farkındalık artışını sağlamada etkili olabileceği,
- YZ'nin tüm sektörleri yataydan kesen bir teknoloji olarak her alanda kullanılmaya başlanması sebebiyle özellikle kısa vadede ortaya çıkabilecek belirsizliklerin çözümünde yol gösterebilecek ve yargıya intikal edecek uyuşmazlıklarda hakimlerin modern anlamda YZ'ye doğru şekilde yaklaşmasını ve bu alanda içtihat gelişimini sağlayacak ilkelerin bir kanuni dayanağa kavuşturulmasının faydalı olacağı

sonucuna ulaşılmıştır.

Bir düzenleme yapılması ihtiyacı olduğu sonucuna ulaşılması yeterli olmayıp bu düzenlemenin nasıl bir yaklaşımla ve hangi konuları içerecek şekilde yapılması gerektiği de önem arz etmektedir.

4.4.2 YZ'nin Hukuki Çerçevesinin Oluşturulmasında Yaklaşım Tercihi ve AB Düzenlemelerine Uyum

Türkiye dijital düzenlemeler bakımından AB müktesebatını örnek alarak ilerlemektedir. AB düzenlemeleri kural olarak AB üyesi ülkeler içinde uygulanmaktadır. GDPR gibi bazı özel örneklerde AB düzenlemelerinin uygulama alanı AB dışına taşabilmektedir. Bu ihtimallerde AB düzenlemeleri Türkiye içindeki kişi, kurum veya kuruluşlara uygulanabilecek olsa da bu uygulama söz konusu düzenlemelerin Türk hukukunun bir parçası olmasından kaynaklanmamaktadır. Bu sebeple bu şekilde sınır aşan düzenlemelerde bile en temelde ilgili düzenlemelerin Türkiye'de uygulamasından değil, Türkiye'deki bazı kişi, kurum veya kuruluşlara uygulanacağından bahsetmek daha doğru olacaktır. AB düzenlemelerinin doğrudan mevzuatın bir parçası olarak uygulanması için ise bu düzenlemelerde yer alan ilke, kural ve düzenlemelerin Türk hukukunun parçası haline getirilmesi ve Türk hukukunun AB düzenlemeleriyle uyumlaştırılması gerekmektedir.

Türkiye'nin iç hukukunun tamamını AB mevzuatı ile birebir uyumlaştırmak gibi genel bir yükümlülüğü mevcut değildir. Türkiye'nin AB Aday Ülke statüsü sebebiyle iç hukukunu

AB müktesebatına uyumlaştırmaya yönelik genel bir yükümlülüğü olduğu söylenebilir ise de buradaki uyumlaştırmanın kapsamı tam bir üye ülke gibi her konuda birebir uyumlaştırma değildir. Gümrük Birliği olarak anılan AB ile Türkiye arasında belirli ürünlerin gümrük işlemleri bakımından kolaylıklar sağlayan ve AB üyeliğinden farklı olarak hâlihazırda uygulanan anlaşma kapsamında da Türkiye'nin bazı AB düzenlemelerini tam olarak uyumlaştırma yükümlülüğü olsa da burada da kapsam tüm AB müktesebatına nazaran oldukça daraltılmıştır.

Gümrük Birliği kapsamında yapılması gereken uyumlaştırmalar özellikle sınır geçen ürünlere dair ürün güvenliği mevzuatının bir kısmını kapsamaktadır. Bununla birlikte; Türkiye ile Avrupa Topluluğu arasında Gümrük Birliği kurulumunun tamamlandığı 1/95 sayılı Ortaklık Konseyi Kararı (OKK) ile birlikte; Ankara Anlaşması'nda tanımlanan klasik gümrük birliği uygulamasının ötesinde yükümlülükler öngörülmüştür. Bu doğrultuda; malların serbest dolaşımının sağlanması için AB'nin teknik mevzuatının uyumlaştırılmasının dışında rekabet politikası, fikri ve sınai mülkiyet hakları gibi alanlarda da AB mevzuatına uyum yükümlülüğü getirilmiştir. Dolayısıyla, AB teknik mevzuatının uyumlaştırılması süreci YZ düzenlemelerinden bağımsız olarak uzun süredir yürütülmeye devam eden bir uyumlaştırma sürecidir. Uyumlaştırmanın temel yöntemi de ÜGTDK'ya dayalı olarak çıkarılan ikincil düzenlemeler yoluyla AB'de yer alan detay düzenlemelerin Türk hukukuna aktarılmasıdır. Daha önce değinilen Tıbbi Cihaz Yönetmeliği veya 1 Aralık 2024'te Resmî Gazete'de yayımlanan Tam Otonom Araçların Otonom Sürüş Sistemine İlişkin Motorlu Araç Tip Onayı Hakkında Yönetmelik (AB/2022/1426) (TOATİP) bu uyumlaştırma düzenlemelerine örnek verilebilir. Nitekim bu düzenlemelerde açıkça AB mevzuatına uyum referansı da yapılmaktadır. Örneğin TOATİP m. 5 açıkça "AB mevzuatına uyum" başlığını taşımakta ve "Bu Yönetmelik, tam otonom araçların otonom sürüş sistemine ilişkin idari ve teknik şartları belirleyen 27/11/2019 tarihli ve (AB) 2019/2144 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğünü Tamamlayan 5/8/2022 tarihli ve (AB) 2022/1426 sayılı Yetki Devrine Dayanan Komisyon Tüzüğü dikkate alınarak AB mevzuatına uyum çerçevesinde hazırlanmıştır" hükmünü içermektedir.

Her alanda genel ve katı bir uyumlaştırma yükümlülüğü bulunmamasına rağmen gerek AB Aday Ülke statüsünden kaynaklı süreçlerin devamı gerekse bazı uyumlaştırma çalışmalarının Türkiye-AB ticaretine etkisi sebebiyle Türkiye'de yapılacak mevzuat değişikliklerinde ilgili mevzuat temel inceleme kaynaklarından biri ve belki de en önemlisi olarak öne çıkmaktadır. Bazı alanlarda AB'nin rehberliği temel bir kaynak olmanın ötesinde mevcut mevzuata, uygulamalara ve bundan sonra yapılması planlanan değişikliklere dayanak

olma noktasına kadar gelebilmektedir. Kişisel verilerin korunması alanında GDPR'ın etkisi buna örnek gösterilebilir. KVKK'nın mehaz düzenlemesi GDPR'ın selefi olan 95/48/EC sayılı AB Yönergesi'dir. GDPR'ın uygulamaları Kişisel Verileri Koruma Kurumu tarafından da takip edilmektedir. GDPR'a uyum bir hukuk politikası olarak da benimsenmektedir. Nitekim 2025 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'nda da GDPR ile uyum sürecinin 2025 yılı sonuna kadar tamamlanacağına dair bir eylem yer almaktadır.

AB düzenlemeleri ile uyum hedefleri bazı alanlarda hem mevcut düzenlemelerde hem uygulamalarda hem de hukuk politika belgelerinde bu kadar ileri gidebilirse de bunun tüm alanlarda ve tüm AB mevzuatını kapsayan genel bir hukuk politikası olmadığı da görülmektedir. Açıklandığı üzere bir AB düzenlemesinin mevzuata aktarılmasının ya da mevzuatın AB'de yer alan belirli ilke, kural veya uygulamalarla uyumlaştırılmasının her düzenlemenin konusunun değerlendirilmesinden sonra tespit edilebilecek çok sayıda faktörün incelenmesini gerektirecek sebepleri olabilmektedir. Her somut düzenleme özelinde bu değerlendirmelerin yapılması sonrası bir düzenlemenin gerek Türkiye'nin uluslararası yükümlülüklerinin gerek AB ile olan hukuki ve ekonomik ilişkilerinin gerekse ulusal dinamiklerinin gerektirdiği veya gerektirmediği ölçüde Türk hukukuna aktarılmasının ya da Türk hukukunun farklı enstrümanlarla ilgili düzenlemelerle uyumlu hale getirilmesinin doğru ya da gerekli olup olmadığı incelenerek nihai uyumlaştırma kararı alınmalıdır.

AB özellikle son yıllarda yaptığı dijital düzenlemelerle öne çıkmakta ve AB düzenlemeleri uluslararası teknoloji regülasyonu alanında tartışılmaktadır. Raporun daha önceki kısımlarında da bu düzenlemelerin bazılarına sıklıkla atıf yapılmış olup bunların önde gelenleri arasında YZ Tüzüğü ile birlikte DSA, DMA, EUDA, DGA ve Siber Dayanıklılık Tüzüğü (CRA) gösterilebilir. GDPR'ın veri aktarımlarına ilişkin pratik ve hukuki gerekçelerle KVKK'nın uyumlaştırma hedefine konulması doğrudan ilgili alanlarda da bu düzenlemelerin Türkiye'nin uyumlaştırma yol haritasının parçası olduğu anlamına gelmemektedir. AB düzenlemeleri AB'nin yasal düzenleme yapma süreci sonunda oluşturulmaktadır. AB düzenlemelerinin oluşturulma sürecinde Avrupa Parlamentosu ile Avrupa Konseyi ortak çalışmakta, AB'nin siyasi karar organı olan Avrupa Konseyi'nin sürece dahil olmasının doğal sonucu olarak AB Üye Devletlerinin siyasi kaygı ve uzlaşıları düzenlemelere yansımaktadır. AB dijital alan düzenlemelerinin ilk teklif aşamasından uzlaşı metni aşamasına ulaşırken yıllara yayılan süre geçmesinde bu politik uzlaşı sürecinin de etkisi bulunmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere YZT'nin kabul edilme süreci bir teklif olarak sunulduğu Nisan 2021'den AB Resmî Gazetesi'nde yayımlandığı 12.07.2024'e kadar üç yıldan uzun süre boyunca devam etmiş ve bu süreçte yaşanan üçlü görüşmelerde bazı AB Üye Devletlerinin politik itirazları

görüşmeleri durma noktasına kadar getirmiştir. Bütün bu süreçte Üye Devletlerle beraber AB'nin bir birlik olarak da regülasyon politikaları etkili olmuştur. AB'nin iç dinamiklerine ve AB Üye Devletlerinin politik uzlaşı metinlerine göre hazırlanmış olan düzenlemelerin mevzuatımıza aktarılırken veya bir uyumlaştırma sürecine konu edilirken hiçbir etki analizi ve inceleme yapılmaksızın tercüme edilmeleri veya çok küçük değişikliklerle büyük ölçüde aynı şekilde Türk hukukuna aktarılmaları yerine ulusal menfaatleri de dikkate alınarak her bir düzenleme özelinde aktarım analizinin yapılması daha doğru bir yaklaşımdır.

Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı tarafından Komisyona iletilen bilgi notu kapsamında; Piyasa Gözetimi, Denetimi ve Ürün Güvenliği Değerlendirme Kurulunun 28.12.2023 tarihli toplantısında, YZT'nin ulusal mevzuata uyum çalışmalarının yürütülmesi bakımından (mülga) CBDDO ve STB'nin doğrudan sorumlu kurumlar olarak belirlendiği belirtilmiştir.[1529] UYZS kapsamında da YZ sistemlerinin geliştirilmesini, kullanılmasını ve YZ içeren sistemlerin piyasaya arzını düzenleyen uluslararası normlar ile uyumlu bir ulusal düzenleme yapılmasına ilişkin 4.1 numaralı tedbir belirlenmiştir. Bu tedbir kapsamında ise; (mülga) CBDDO ve STB yine sorumlu kurumlar olarak belirlenirken Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı, Adalet Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı ve İçişleri Bakanlığı ise ilgili kurumlar olarak takdir edilmiştir.

Tüm bunlara ek olarak; Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı eşgüdümünde hazırlanan ve mevzuat uyumu çalışmaları dâhil olmak üzere Türkiye'nin AB'ye katılım sürecinde atılacak adımların belirlendiği 2025-2028 Ulusal Eylem Planı hazırlıkları kapsamında yürütülen istişareler sonucunda ise; YZT'nin yönetmelik ve kanun şeklinde iki ayrı düzenleme ile iç hukukumuza dercedilmesinde mutabık kalındığı belirtilmektedir.[1530] Bu noktada; ürün güvenliğine ilişkin hükümlerin yürürlükteki ÜGTDK'ya dayalı hazırlanacak bir çerçeve yönetmelik ile düzenlenmesinin, akabinde ise YZT'deki temel haklar, kişisel veriler gibi unsurların müstakil çerçeve bir kanun ile düzenlenmesi hususunda uzlaşı sağlandığı ifade edilmektedir.[1531] Dolayısıyla, "2025-2028 Ulusal Eylem Planı'nda, STB, (mülga) CBDDO ve SGB tarafından 2027 senesine kadar 'YZ Sistemleri İçeren Ürünlere İlişkin Gerekliliklerin Belirlenmesi Hakkında Çerçeve Yönetmelik Yayımlanması' ve 2028 senesine kadar 'YZ Kanunun Çıkarılması' tedbirleri" öngörülmüştür.[1532]

[1529] Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı tarafından Komisyona sunulan 02.06.2025 tarihli ve 1638867 sayılı cevabi yazı.
[1530] a.g.e.
[1531] a.g.e.
[1532] a.g.e.

AB'nin Türkiye'nin en büyük ticaret ortağı[1533] olduğu dikkate alındığında, YZT'nin YZ ürünleri, sistemleri, ürün bileşenleri ve hizmetlerinin karşılıklı ihracatını engellemeyecek şekilde ülke ihtiyaçları göz önünde bulundurularak uyumlaştırılması önem arz etmektedir. Nitekim bu hedef Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından Eylül 2025'te yayımlanan Orta Vadeli Program (2026-2028)'de açıkça "dijital dönüşüme geçişin desteklenmesi" başlığı altında "mevzuatın Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü ile uyumlaştırılması kapsamında çalışmalar tamamlanacaktır" adımıyla yer bulmuş ve öngörülen gerçekleştirme tarihi olarak da 2026 yılının üçüncü çeyreği belirtilmiştir[1534].

Bu doğrultuda AB'nin YZT'nin hazırlık sürecinde hazırladığı etki analizi çalışmasına benzer şekilde Türkiye şartlarını ve koşullarını küresel gelişmeler çerçevesinde inceleyen, YZT'nin zorunlu olarak uyumlaştırılması gereken teknik bölümleri haricindeki diğer bölümlerin de uyumlaştırmasının Türkiye YZ ekosistemine ve kamu kurumlarının işleyişine etkisini incelemek üzere bir etki analizi yapılması planlanmış ve bu yöndeki çalışmalar başlatılmıştır. Bu noktada tekrar vurgulanmalıdır ki uyumlaştırma YZT'nin tüm içeriğinin olduğu gibi Türk hukukuna alınması anlamına gelmemektedir. Kaldı ki daha önce değinildiği üzere AB'de AI Continent Action Plan ile vurgulanan ve tartışması hala devam eden mevzuat ve uyum basitleştirme adımları kapsamında YZT'de değişiklik yapılması imkân dahilindedir. Hem güncel gelişmeler hem Türkiye'nin iç dinamikleri beraber değerlendirilerek uyumlaştırma çalışmalarının yürütülmesi önem arz etmektedir.

AB düzenlemeleri ile uyumlaştırmada tespit edilmesi gereken bir diğer önemli nokta hangi düzenlemenin ne ölçüde Türk hukukuna aktarılmasının doğru veya gerekli olduğudur. Bu değerlendirme her bir düzenleme özelinde gerek mevcut hukuki düzenlemelerin analizi gerek uyumlaştırılacak düzenlemenin konu ve etkileri ve olası bir uyumlaştırmanın hukuk, ekonomik ve sosyal etkilerini inceleyen etki analizleri vasıtasıyla yapılmalıdır. Bu kapsamda, YZT'nin uyumu süreci bakımından; 04.02.2025 tarihli toplantıda sunum yapan (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN tarafından "Ana dış ticaret paydaşımız olması sebebiyle AB'nin YZ alanındaki güncel mevzuatını yakından takip ediyoruz. Bu anlamda, AB'nin hazırlayıp uygulamaya koyduğu YZT son derece önemli ve YZ'ye yönelik riskleri de ele alan ilk yasal çerçeve. YZT AB piyasasına arz edilecek YZ sistemlerinin risk temelli

[1533] Ticaret Bakanlığı, "Aylık Dış Ticaret Veri Bülteni: Mayıs", https://ticaret.gov.tr/data/683d438013b876b9c40c9ebb/Ayl%C4%B1k%20D%C4%B1%C5%9F%20Ticaret%20Veri%20B%C3%BClteni_May%C4%B1s.pdf (Erişim Tarihi: 02.08.2025).

[1534] Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, "Orta Vadeli Program (2026-2028)", https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/09/Orta-Vadeli-Program-2026-2028.pdf (Erişim Tarihi: 17.11.2025).

sınıflandırılması, genel amaçlı YZ modellerine yönelik düzenlemeler ve YZ aktörlerine getirilen yükümlülükler gibi temel unsurları kapsıyor. Biz de Türkiye'de söz konusu tüzüğe uyum sağlamaya yönelik olarak STB ile birlikte mevzuat hazırlığı çalışmalarını yürütüyoruz. Söz konusu tüzüğe uyum ülkemizdeki üreticilerin AB pazarına arz edeceği YZ destekli ürün, hizmet ve sistemlerin sertifikalandırılıp denetlenmesi açısından son derece önemli ve bu alanda ülkemizdeki üreticilerin AB pazarındaki rekabet gücünün belirleyicilerinden biri olacak" yönünde açıklamalarda bulunulmuştur.[1535]

(Mülga) CBDDO'nun kapatılması ile birlikte ise YZT'nin Türk hukukuna aktarılması sürecinden sorumlu kurumlar SGB ile STB MTYZGM olarak karşımıza çıkmaktadır.[1536] Bu kapsamdada, 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile (mülga) CBDDO'ya tevdi edilen görevler arasında yer alan "Kamunun dijital dönüşümüne ve kamuda YZ uygulamalarına öncülük etmek (…) bu alanlarda kurumlar arası iş birliğini artırmak ve koordinasyonu sağlamak" görevleri, 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin[1537] 4 üncü maddesine eklenmek suretiyle SGB'ye devredilmiştir. Ek olarak 25 Aralık 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 192 sayılı CBK ile birlikte "kamuda yapay zekâ uygulamalarına yönelik mevzuat çalışmalarını yürütmek, yapay zekâ alanında hazırlanacak ulusal politika, strateji ve eylem planları ile ulusal mevzuatın uluslararası düzenlemelere uyumlaştırılma çalışmalarına katkı sağlamak" görev ve yetkileri doğrudan SGB'ye verilmiştir.

Bu kapsamda, YZT'nin Türk hukukuna aktarılması çalışmalarına ilişkin sürecin (mülga) CBDDO yerine; SGB ve STB ile birlikte sorumlu kurum olarak üstlenileceği öngörülmektedir. Uyumlaştırma konusu yapılabilecek son dönem AB dijital müktesebatı birçoğu farklı ölçeklerde YZ'nin gelişimini etkilemektedir. GDPR uyumu veri aktarımı ve YZ ile kişisel verilerin işlenmesinin etkileri, EUDA internete bağlı cihaz ve sistemler tarafından üretilen veriler üzerindeki hakların yönetimi, DGA kamu sektörünün kontrolünde bulunan veri setlerinin kullanımı, DSA çevrim içi alanda faaliyet gösteren ve çoğu önde gelen YZ kullanıcılarının faaliyetlerinin kontrolü ve denetimi, DMA ise yine önde gelen YZ aktörleri olan ve geçit bekçisi (gatekeeper) olarak adlandırılan platformların veri birleştirme, ürün sunma, reklam sunma ve sıralama gibi faaliyetleri üzerinden YZ araçlarının geliştirilmesini ve verimliliğini etkilemektedir. Ancak bu düzenlemelerin hiçbiri YZT gibi doğrudan bir YZ

[1535] Yusuf Tancan'ın, 4 Şubat 2024 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1536] T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı, Avrupa Birliği'ne Katılım İçin Ulusal Eylem Planı (2025-2028) https://www.ab.gov.tr/siteimages/birimler/kpb/2025-2028_uep_ekim_2025.pdf.
[1537] 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (RG: 32776 T: 08.01.2025).

düzenlemesi niteliğinde değildir.

Türkiye'de yapılacak düzenlemelerde AB ile mevcut hukuki, ekonomik ve ticari bağlantılar üzerindeki potansiyel etkileri de dikkate alınarak AB müktesebatının dijital alandaki düzenlemeleri ve özellikle de YZT göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak AB'nin bir uluslarüstü yapı olduğu, AB düzenlemelerinin Üye Devletlerin siyasi uzlaşılarını da yansıttığı ve düzenlemelerin doğrudan Türkiye'nin sosyoekonomik durumu ya da menfaatleri ile uyumlu olmayabileceği de düşünülerek AB düzenlemeleri iç hukuka aktarılırken veya bir uyumlaştırma sürecine konu edilirken hiçbir etki analizi ve inceleme yapılmaksızın tercüme edilmeleri veya çok küçük değişikliklerle büyük ölçüde aynı şekilde Türk hukukuna aktarılmaları yerine; detaylı analizle beslenmiş bir uyumlaştırma süreci öngörülmeli, her somut düzenleme özelinde bu değerlendirmelerin yapılması sonrası bir düzenlemenin gerek Türkiye'nin uluslararası yükümlülüklerinin gerek AB ile olan hukuki ve ekonomik ilişkilerinin gerekse ulusal dinamiklerinin gerektirdiği veya gerektirmediği ölçüde Türk hukukuna aktarılmasının ya da Türk hukukunun farklı enstrümanlarla ilgili düzenlemelerle uyumlu hale getirilmesinin doğru ya da gerekli olup olmadığı incelenerek nihai uyumlaştırma kararı alınmalıdır. Komisyon çalışmalarında da Komisyon üyeleri tarafından yapılacak düzenlemede AB kadar kural koyucu ya da ABD kadar esnek olunmadan, Türkiye'nin kendi yolunu çizebileceği bir düzenleme haritası oluşturabileceği belirtilmiştir.[1538]

YZT ile yapılacak bir uyumlaştırma Komisyon toplantılarında gündeme gelen farklı unsurları tek bir çerçevede çözebilecektir. YZT uyumlaştırması sonrasında daha önce açıklanan Gümrük Birliği Anlaşması'nın gereklerini yerine getirmek üzere oluşturulacak uygunluk değerlendirme mekanizmaları, onaylanmış kuruluşlar, uygunluk beyanları ve damgaları Komisyon toplantılarında bilgi veren uzmanlar tarafından önerilen lisanslama veya etiket gibi mekanizmaların[1539] işlevsel benzerlerinin de oluşturulması anlamına gelecektir.

4.4.3 Yapay Zekânın Hukuki Çerçevesine Dahil Edilecek Düzenleme Önerileri

Raporun bu bölümünde, daha önceki bölümlerde yapılan değerlendirmelerden yola çıkılarak oluşturulacak hukuki çerçevenin içinde yer alması önerilen hukuki düzenleme değişikliklerine ve yeni hukuki düzenlemeler değinilecektir.

[1538] Furkan Civelek'in 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1539] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

4.4.3.1 Genel ve Çerçeve Nitelikli Türk Yapay Zekâ Kanunu'nun Hazırlanması

Hukuk sistemimizde genel nitelikli, mevcut yaklaşımlardan herhangi birini kopyalamaksızın Türkiye'nin ihtiyaç ve özelliklerini dikkate alan, YZ'nin olumsuz etkilerinden toplumu korumakla birlikte çok katı düzenlemeler getirmek suretiyle YZ'nin gelişimini olumsuz etkilemeyen nitelikte, teknolojinin değişen doğasını da dikkate alacak şekilde geniş kapsamlı ve çerçeve nitelikli bir dil kullanılarak hazırlanmış Türk Yapay Zekâ Kanunu'nun hazırlanması önerilmektedir.

Bu Kanun'un hazırlanmasının birçok açıdan fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir. Kanun YZ'ye uygulanacak kişisel verilerin korunması, fikir ve sanat eserleri hukuku, sorumluluk, tüketicinin korunması gibi alanlarda mevcut çerçeveye atıf yapmalı ve mevcut düzenlemeler ile YZ kaynaklı olup da mevcut düzenlemeler ışığında çözümsüz ya da belirsiz kalan alanlar arasındaki bağlantıları kurmalıdır.

YZ teknolojisi, oldukça dinamik bir yapıya sahip olup içeriği sürekli olarak değişmekte ve gelişmektedir. Kavramsal olarak kökeni 1950'lere dayanmasına rağmen, hangi sistemlerin veya uygulamaların YZ olarak nitelendirileceği hususu sürekli olarak güncellenmektedir. Bu denli dinamik ve gelişime açık bir alanda yapılacak kanuni düzenlemelerin olabildiğince genel ve çerçeve niteliğinde olması önerilmektedir. Yapılacak çerçeve kanunun içeriğinde yer alması gereken hususlar özenle seçilmelidir. YZ'ye ilişkin tüm hukuki meselelerin tek bir kanuni düzenlemeyle çok net bir şekilde çözülmesinin hiçbir zaman ve hiçbir araçla mümkün olmayacağı değerlendirilmektedir. Teknolojinin çok hızlı değişip geliştiği bu tür dönemlerde çıkarılacak düzenlemelerin, bilinen tüm sorunlara çözüm aramak ve değinmek gibi bir yaklaşımdan özellikle uzak durması önerilmektedir. Zira teknolojinin kendisiyle birlikte sorunlar ve bu sorunlara yönelik getirilebilecek çözümler de hızla değişebilmektedir. Bu bağlamda, tüm sorun veya belirsizliklerin değil, yalnızca sorun tespiti net olarak yapılabilen veya teknolojinin önündeki önleyici etkisi sabit olan alanlarda doğrudan kanuni düzenlemeye yer verilmesi, detayların ise ikincil düzenlemelere bırakılması önerilmektedir.

Bu doğrultuda kanun içinde YZ'nin geliştirilmesinde ve kullanılmasında uygulanacak temel ilkeler belirlenmelidir. Bu ilkeler etik ilke çalışma ve rehberleri doğrultusunda kapsayıcı bir ifade ile kaleme alınmalıdır. Yer alması önerilen ilkelere örnek olarak adalet, ayrımcılık yapmama, şeffaflık ve açıklanabilirlik, emniyet ve güvenlik, sorumluluk ve hesap verilebilirlik, mahremiyet, insan gözetimi gibi ilkeler verilebilir. Bu ilkeler kapsayıcı şekilde ifade edilmekle birlikte uygulamadaki karşılıklarına dair bazı hususlar kanun nezdinde

netleştirilmelidir. Örneğin şeffaflık ilkesi bağlamında hem YZ ile üretilen içeriklerin bu niteliğinin açıklanması, hem YZ etkileşiminde karşıdaki kişiye bu noktada bir bilgilendirme yapılması hem de genel olarak YZ'nin kendisinin işleyiş itibariyle şeffaf ve açıklanabilir olması kıvrımları açıkça düzenlenmelidir. Benzer şekilde insan gözetimi ilkesiyle alakalı olarak anlamlı insan gözetiminin ne anlama geldiği, hangi koşullarda tam otomasyona geçiş yapılamayacağı veya bu noktada ne nitelikte önlemler alınması gerektiği gibi ilkelerin ilk kademe uygulamalarına dair bazı temel noktaların kanuni düzenlemede açıklanması ve bu itibarla ilkelere uygulanabilir ve etkin bir nitelik kazandırılması önerilmektedir.

Etik ilke çalışmalarından beslenen genel nitelikli ilkelere kanunda yer verilmesi hem Türk hukukunda bu konuda şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalara kanuni bir dayanak kazandıracak hem de doğrudan hukuki düzenlemelerde yer almayan gelişme ya da olaylarla ilgili olarak daha adil çözümler üretilmesine ve bu yönde uygulama ve içtihadın gelişmesine imkân sağlayacaktır.[1540] YZ'ye ilişkin etik çerçevenin ve temel ilkelerin oluşturulması yoğun şekilde devam eden bir tartışma konusudur. Bu konunun zorluğu ve multidisipliner niteliği hususunda Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Özgün Çöllüoğlu GÜLEN'in burada bir uzlaşı sağlamanın kolay olmadığını, tartışmaların devam ettiğini, hukuk, bilgisayar bilimleri gibi farklı alanlardan ve farklı sektörlerden insanların bir araya gelmesi gerektiğini ifade etmiştir.[1541] Raporun yazım tarihi itibariyle mevcut UYZS döneminin sonuna gelinmiş ve yeni dönem strateji çalışmaları başlamıştır. Raporun "YZ'nin Riskleri" başlıklı üçüncü bölümünde de belirtildiği üzere; 146 rehberin incelenmesi sonucunda ortak kabul gördüğü belirtilen şeffaflık, adalet ve hakkaniyet, sorumluluk, zarar vermeme ve mahremiyet ilkeleri başta olmak üzere; OECD, HLEG, UNESCO tarafından kabul edilen ilke ve değerler UYZS'de yer almakta olup her ilkenin açılımına UYZS'de ayrıca yer verilmektedir. Ek olarak, UYZS 2024-2025 Eylem Planının[1542] 4.4. numaralı eylemi kapsamında Adalet Bakanlığı tarafından "YZ Uygulamaları Hukuki Değerlendirme Rehberi" hazırlanacaktır. Etik ilkelerin doğası itibariyle yoruma açık ve geniş niteliği de göz önünde bulundurularak, yapılacak kanuni düzenlemede yer alacak ilkelerin yeknesak bir ulusal çerçeve oluşturulabilmesi ve uyumsuzlukların engellenebilmesi için UYZS'de belirlenen ilkelerden ve

[1540] Küzeci, Elif ve Öğretmen Kotil, Zeynep, "Yapay Zekâ Teknolojilerinde Etik Yaklaşım", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 101.

[1541] Özgün Çöllüoğlu Gülen'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1542] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı", https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf (Erişim Tarihi: 31.07.2025).

ileriki dönemde yayımlanması beklenen YZ Uygulamaları Hukuki Değerlendirme Rehberi'nde yer alacak hususlardan faydalanılması önerilmektedir. Ayrıca bu ilkelerin bazıları daha uygulama ve ürün güvenliği odaklı şekilde YZT uyumlaştırma sürecinde de gündeme gelecektir. Benzer şekilde yeknesak bir çerçeve bakımından yapılacak tüm düzenlemelerde olabildiğince ortak ilke seti üzerinden hareket edilmesi ve bu ilkelerin içlerinin uygulanabilir şekilde doldurulması önerilmektedir.

Kanun hazırlanırken hem YZ'nin dinamik doğası hem de uygulamada olası hızlı hareket etme ihtiyacı düşünülerek olabildiğince çerçeve nitelikte düzenlemelere yer verilmeli ve detay hususlar hukuken mümkün olduğu ölçüde ikincil düzenlemelere bırakılmalıdır. Yapılacak kanun her konuda detaylı düzenleme getirmeye çalışmamalıdır. Bu hususta Komisyon'a 11.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ahmet Ulvi TÜRKBAĞ kazuistik olmaması koşuluyla kanun yapılmasının doğru olduğunu ve uygulamada hakimlere geniş yetki verilmesinin doğru olacağını ifade etmiştir.[1543] Yine Komisyon'a 22.04.2025 tarihinde bilgi veren TÜİK Başkan Yardımcısı Tuğba DEĞİRMENCİ kanunlarda tüm detayların düzenlenemeyeceğini, çerçeve kanunlara ve buna göre çıkarılacak yönetmeliklere ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir.[1544] Kanuni düzenleme yapılırken kanunun lafzi ile uygulamadaki karşılığı arasında bir denge kurulmalı, geniş nitelikli ancak somut olaylara uygulanabilir ve bu konuda hakime yol gösteren, hukuki belirlilik ilkesini ihlal etmeksizin temel çerçeveyi ve ilkeleri ortaya koyarak uygulama yetkisini gerek ikincil düzenlemelerle idareye gerekse mahkemelere bırakabilen bir yaklaşım geliştirilmelidir. Bu noktada; UYZS'nin ana gayesi olarak açıklanan "Türkiye'yi YZ çağında sadece teknolojiyi kullanan değil, bu alanda teknoloji üreten ve standartları da belirleyen bir ülkeye dönüştürme" vizyonunun YZ alanında çıkarılacak düzenlemede de benimsenmesi önem arz etmektedir.[1545] Bu doğrultuda; hazırlanacak düzenlemenin YZ'yi regülasyon amacıyla kontrol etmeye çalışan devlet ya da birlik örneklerine benzer şekilde değil teknolojinin gelişimini olabildiğince az kısıtlayacak nitelikte, temel ilkeleri koyan ve inovasyonun gelişimine yönelik hukuki belirlilik sağlayan bir yaklaşımla oluşturulması önerilmektedir.

Yapılacak düzenlemede toplumun her seviyesindeki bireylerde YZ farkındalığı oluşturulması yönünde pozitif yükümlülükler getirilmelidir. YZ'nin kullanım ve yayılma hızı

[1543] Prof. Dr. Ahmet Ulvi Türkbağ'ın 11 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1544] Tuğba Değirmenci'nin 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1545] Yusuf Tancan'ın, 4 Şubat 2024 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

düşünüldüğünde YZ'ye ilişkin alınacak önlemlerin ya da yapılacak düzenlemelerin işler olabilmesi için bireylerin bu teknolojiyi, çıktılarını ve olumlu-olumsuz etkilerini tanıyabilmeleri bir zorunluluktur. Bu noktada düzenlemenin çerçeve niteliğine uygun olarak genel bir pozitif yükümlülük olarak düzenlenmeli ancak görünümleri ikincil düzenlemelere, en iyi uygulama örneklerine ve sektör rehberlerine bırakılmalıdır.

Yapılacak düzenlemenin Türk hukukunun YZT ile uyumlaştırılması bakımından da önemli bir işlevi olabilecektir. YZT uyumlaştırması kapsamında STB MTYZGM bünyesinde yürütülen etki analizi çalışmalarında YZT'nin bazı noktalarının hukuk sistemimizin temel ilkeleri ve Anayasa m. 13 başta olmak üzere temel hak ve özgürlüklere ilişkin hükümler uyarınca kanun ile alınması gerektiği yönünde görüşler bildirilmiştir. Yapılacak kanuni düzenleme çalışmasına kamu kaynaklarının etkin kullanımını ve yeknesak hukuki çerçeve oluşturulmasını sağlamak amacıyla YZT uyum sürecinde yapılması gerekli kanun değişikliklerinin de dahil edilmesi önerilmektedir.

Yine YZT uyumuyla bağlantılı olarak YZT'nin uyumlaştırma seviyesine göre yapılacak düzenlemenin yasaklanmış uygulamaları belirlemesi; insan iradesini manipüle eden, kişilere normalde gerçekleştirmeyecekleri eylemleri yaptıran ve önemli zararlara yol açan YZ sistemlerinin yasaklanması gibi kısıtları derlemesi önerilmektedir. Benzer şekilde YZ sistem ve modellerinin geliştirilmesi süreçlerinde getirilecek yükümlülükler ve kontrol, denetim mekanizmaları bakımından YZT uyumu için gerekli olan düzenlemelerin bu kanun kapsamında yer alması; YZT uyumlaştırılmasının yapılmama ihtimalinde ise söz konusu kanuni düzenlemenin YZ sistem ve modellerinin risk denetimi, güvenliği, veri yönetişim, önyargı engelleme mekanizmaları, sosyal ve çevresel etki gibi kriterler bakımından kontrollü şekilde geliştirilmesini ve piyasaya arz edilmesini, insanlarla etkileşime geçen YZ bakımından şeffaflığı ve YZ etkileşim tespitini ve özellikle derin sahte içeriklerin tespitini ve bunların olumsuz zararlarından kullanıcıların korunmasını sağlayacak mekanizmaları ya da bu mekanizmaların ikincil düzenlemelerle getirilmesini sağlayacak kanuni dayanağı içermesi önerilmektedir.

Yapılacak düzenlemede yer alması önerilen başka bir husus düzenleme deneme alanlarıdır (regulatory sandboxes- DDA). DDA'lar kanunun çerçeve niteliğine ve inovasyonun önünü açma amacına uygun şekilde yeni girişimlerin düzenleme bakımından kısıtların olmadığı kontrollü bir deneme alanında geliştirilmesine ve çalıştırılmasına, bu sayede hem hukuki belirsizlik yükünün girişimlerin üzerinde bırakılmamasına hem de regülatörlerin düzenlemelerin yeni uygulamalar karşısında yetersiz kaldığı, sorun yarattığı noktaları görmesine imkân sağlayan bir konsepti ifade etmektedir. Mevzuatımızda ve

düzenleyici otorite uygulamasında yaygın görülmemekle birlikte özellikle son dönem gelişen teknolojilere ilişkin konularda sağladığı avantajlar sebebiyle DDA'lar öne çıkmaktadır. DDA'lar aynı zamanda YZT'de de düzenlenmektedir. Yeknesak bir çerçevenin oluşturulabilmesi için DDA'lara ilişkin mevzuat çalışmasının YZT uyumu ile birlikte yürütülmesi önerilmektedir.

YZ'nin etkilediği düzenleme alanlarını sınırlı şekilde saymak mümkün değildir. Düzenlemenin çerçeve nitelikte tutulması bu açıdan da önemlidir. YZ uygulamaları tüketicilerin korunması veya rekabetin korunması ve hâkim durumun kötüye kullanılmasının engellenmesi gibi noktalarda da bazı soru işaretleri gündeme getirmektedir. Ancak bu alanlardaki sorunlar kısa vadede çerçeve nitelikli bir kanuni düzenleme içerisine ek yapılmasını gerektirecek nitelikte gözükmemektedir. Tüketicinin korunmasına ilişkin hususlarda daha önce ABD'deki regülasyon çalışmalarına dair açıklamalarda değinildiği üzere, 6502 sayılı Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun hükümleri geniş niteliği ve tüketiciyi koruma odağı itibariyle bir çözüm sunabilecektir. Benzer şekilde YZ ile ilgili rekabet hukuku kaygılarına 4054 sayılı Rekabetin Korunması Hakkında Kanun'un ekonomik analize dayalı geniş nitelikli düzenlemeleri veya 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu'nun haksız rekabete ilişkin hükümleri kısmi çözümler sağlayabilecektir. Rekabet hukuku özelinde uyumlaştırma çalışmaları devam eden DMA'nın uyumlaştırma düzenlemesi de YZ bakımından önemli mekanizmalar sağlayabilecektir. İlk aşamada yapılacak kanuni düzenlemenin ise bu tip mevcut düzenlemelerle çözülebilecek ve sorunların net şekilde tespit edilmediği alanlarda detaylı düzenlemeler getirmemesi önerilmektedir. Yine kanun seviyesinde sektörel düzenlemelere ilk aşamada girişilmemesi, yapılacak düzenlemenin verdiği yetkiye dayanılarak ve ilkelere uygun şekilde sektörel düzenleme ya da rehberlerin çıkarılmasının yolunun açılması önerilmektedir.

Kanuni düzenlemeyi yapmak kadar uygulayabilmek de önemlidir. İçerik ve ifade bakımından kağıt üzerinde kapsamlı bir düzenleme yapılması tek başına sorunların çözümü için yeterli olmayıp bu düzenlemelerin uygulanabilir bir çerçeveye de oturtulması önem taşımaktadır.[1546] Bu itibarla daha kanun yapım aşamasında uygulanabilirlik göz önünde bulundurularak mevzuat çalışması yapılması önerilmektedir. Diğer yandan Raporun diğer kısımlarındaki düzenleme önerilerinin de nitelikleri uygun düştüğü ölçüde bu kanuni düzenleme içine alınabilecekleri değerlendirilmektedir.

[1546] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Yapılacak kanuni düzenlemenin sadece mevcut hukuki çerçevedeki boşlukları doldurmak açısından değil YZ alanındaki gelişmelere hukuki öngörülebilirlik sağlayacağı için inovasyon ve yatırım ortamının iyileştirilmesi ve Türkiye'nin uluslararası alandaki listelerde yerini iyileştireceği için devlet itibarı açısından da olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir. Hukuki öngörülebilirliğin yatırım ortamına etkisiyle ilgili olarak Komisyon'a 15.04.2025 tarihinde bilgi veren E&Y Veri ve Analitik Hizmetlerinden Sorumlu Şirket Ortağı Serter BALTACI güvenliğin altını çizecek yasal çerçevenin oluşturulmasının ve yine güven ortamı oluşturması için fikri mülkiyet haklarının korunmasını sağlayacak mekanizmaların hayata geçirilmesinin önemini vurgulamıştır.[1547]

4.4.3.2 Uluslararası Platformlarda Yönetilen Çalışmaların Takip Edilmesi, Türkiye'nin Bu Çalışma ve Platformlarda Temsili ve Uluslararası Antlaşmalara Türkiye'nin Taraf Olması

YZ alanındaki gelişmeler ve yönetişim çalışmalarının çoğu durumda uluslararası iş birliği içinde devam ettirildiği görülmektedir. Türkiye'nin YZ'de küresel bir oyuncu olabilmesi ve mevcut çalışmalarını en iyi şekilde anlatarak kendini gösterebilmesi için bu konuda yapılan uluslararası çalışmaların takibi, platformlarda temsil ve yapılan uluslararası çalışmalara katılım önem arz etmektedir. Hâlihazırda Dışişleri Bakanlığı, (mülga) CBDDO, STB ile Adalet Bakanlığı başta olmak üzere; Raporun önceki bölümlerinde açıklandığı üzere, Avrupa Konseyi, OECD, BM nezdinde yapılan çalışmalara ile G20, YZ Güvenlik Zirvesi gibi oluşumlara aktif şekilde katıldığı, aktif katkı sunduğu ve AB nezdindeki gelişmeleri koordineli şekilde takip ettiği görülmektedir. Türkiye'nin çalışmalarına yoğun katkı sağladığı Avrupa Konseyi YZ Çerçeve Sözleşmesi'nin imzalanmasına ilişkin sürecin ise 04.02.2025 tarihli toplantıda (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN tarafından "hâlihazırda da Başkanlığımız, Dışişleri Bakanlığımızla iş birliği içinde imza sürecine yönelik hazırlıklarını sürdürüyor. Türkiye de bu çerçeve sözleşmesinin bir imzacısı olacak yakın bir zaman içinde" yönünde yapılan açıklamalar doğrultusunda; Çerçeve Sözleşme'nin Türkiye tarafından imzalanmasına ilişkin sürecin hâlihazırda ilgili kurumlarca devam ettirildiği anlaşılmaktadır. Komisyon toplantılarında da Komisyon üyeleri tarafından Türkiye'nin uluslararası çalışmalara, sözleşmelere taraf olması gerektiği ifade edilmiştir.[1548]

Bu açıklamalar ışığında Türkiye'nin uluslararası alandaki gelişmeleri takip etmesinin, etkinlik ve platformlarda en iyi şekilde temsil edilmesinin ve Avrupa Konseyi Çerçeve

[1547] Serter Baltacı'nın 15 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1548] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Sözleşmesi başta olmak üzere bu alanda yapılacak uluslararası girişim ve sözleşmelere taraf olması için çalışmalar yürütülmesinin (mülga) CBDDO'nun kapatılmasının ardından da SGB tarafından sürdürülmesi ve takibinin yapılması için adımlar atılması önerilmektedir.

4.4.3.3 Yapay Zekâ Odaklı Kurumsal Yapılanma

Komisyon çalışmaları sırasında; YZ alanının dinamik doğası, disiplinler arası uzmanlık gerektirmesi ve toplumun pek çok alanına sirayet eden kısa ve uzun vadeli etkiler taşıması gereği; ülke genelindeki YZ politikalarını üreten, uygulayan, dünyadaki gelişmeleri takip eden ve kurumlar arası koordinasyon konusunda yetkin ve etkin bir kurumun varlığının kritik önemi haiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

(Mülga) CBDDO'nun kapatılması YZ alanındaki çalışmaları koordine eden bir kurumun eksikliğine yol açmıştır. Bununla birlikte, yukarıda da değinildiği üzere 25.12.2025 tarih ve 33118 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 191 ve 192 sayılı CBK'lar ile YZ yönetişim yetkilerinin SGB ile MTYZGM'ye verilmiş olması bu süreçte yasal herhangi bir boşluğun oluşmasının önüne geçmiştir. Bu kurumların mevcut görev alanı ve uzmanlığı özellikle YZ gelişimlerinin oldukça hızlı şekilde devam ettiği günümüz dinamiğinde yeni bir kurumun sıfırdan oluşumu için geçecek süreyi ve olgunlaşmayı beklemeksizin kısa vadede gerekli önlemlerin alınabilmesi, YZ'nin güvenli şekilde geliştirilmesi, bir ürün güvenliği ve teşvik edilen bir teknoloji perspektifinden yaygınlaştırılması ve kullanılması için kısa vadede faydalı olabilecektir.

Bununla birlikte ulusal düzeyde gerek kamu gerek özel sektör dönüşümünün daha geniş bir çerçeveden bakarak ve inovasyon ile koruma dengesi kurularak etkin ve merkezi şekilde yönetilmesinin gerekli olduğu ve farklı kurumlara dağıtılmış olan yetkilerin, orta ve uzun vadede YZ alanında hedeflenen atılımları gerçekleştirmek için gerekli karar süreçlerini yavaşlatabileceği unutulmamalıdır.

Bu itibarla; halihazırda tesis edilen kurumsal yapının ilk ve önemli bir adım olduğu dikkate alınarak, orta ve uzun vadede ülke genelinde YZ gelişmelerini ve dönüşümünü tek elden takip edecek, o zamana kadar oluşmuş kurum tecrübe ve bilgisini miras alarak Türkiye'nin YZ hafızasını oluşturabilecek, dinamik, hem kamu hem de özel sektör adına atılması gereken adımları atacak, Savunma Sanayi Başkanlığının savunma sanayi ekosisteminde ifa ettiği vazifeye benzer şekilde kamu ve özel sektörde yürütülen YZ ekosistemini oluşturacak çalışmaların koordinasyonunu yapacak, uzmanlaşma odaklı Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun kurulması gereklilik arz etmektedir.

YZ alanındaki çalışmaların yürütülmesine yönelik oluşturulacak kurumsal yapılanma

bakımından farklı yaklaşımların benimsenmesi muhtemeldir. Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun kurulması yanında YZ'ye ilişkin görevlerin mevcut bir kurum altında ele alınarak hem bu eksikliğin doldurulması hem de ulusal YZ bilgi ve tecrübe hazinesinin bu kurum nezdinde koordineli şekilde tek elden oluşturulması diğer alternatif olacaktır.

Dünya örnekleri incelendiğinde; YZ teknolojileri için hem ayrı yapılanmalar ve kurumlar oluşturan ülkelerin olduğu hem de YZ teknolojilerine ilişkin hususları teknoloji, inovasyon, dijital dönüşüm gibi ana başlıklar çerçevesinde bütüncül bir yaklaşıma sahip yapılanmalar altında ele alan ülkelerin olduğu görülmektedir.[1549]

Orta ve uzun vadede Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'na ihtiyaç duyulduğu görülmekle birlikte; bu nitelikte bir kurum kurulurken YZ teknolojilerinin veri yönetişimi, dijital dönüşüm ve siber güvenlik alanlarından bağımsız ele alınmasının uygulamada tekrarlayan yahut birbiriyle çatışan çalışmaların ortaya çıkmasına neden olmasından kaçınılması ve sıfırdan yeni bir kurum kurulmasının kamu bütçesinde ve kurum enflasyonu bakımından yaratacağı olası olumsuz etkilerin göz önünde bulundurulması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu doğrultuda, yukarıda da açıklandığı üzere, Türkiye Yapay Zekâ Kurumu kurulması yerine kamu tecrübesini korumak adına mevcut yetkili kurumların dijital dönüşüm ve YZ alanındaki bilgi ve tecrübe birikimini transfer edebilecek, kurum enflasyonunu önlemek adına mevcut bir kurum bünyesinde gerekli organizasyonel ve yapısal değişikliklerin yapılması ile birlikte önerilen işlevleri gerçekleştirebilecek ve bu alandaki çalışmaların bütüncül bir yaklaşımla ele alınması bakımından her şekilde YZ ile ilgili mevcut kurum, kuruluş ve idari otoritelerle iş birliği içinde çalışabilecek bir yapılanmaya gidilme ihtimalinin de değerlendirilmesi gerekmektedir.

Mezkûr kurumun farklı hukuki altyapılar aracılığıyla kurulması mümkündür. Kendisinden beklenen görevleri etkin şekilde yerine getirebilmesi için orta ve uzun vadede kurulacak Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun çok katmanlı bir hantal idari yapıdan uzak şekilde, uzmanlaşmaya izin veren bir kadro yapısına sahip şekilde kurulmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Komisyon çalışmalarında da Komisyon üyeleri tarafından yeni kurumların oluşturulmasındaki kurumsal hantallık riski gündeme getirilmiştir.[1550] Kurulacak kurumun; YZ alanında faaliyet gösteren kamu kurumları, STK'lar ve özel sektör aktörleri arasındaki

[1549] Global AI Law and Policy Trackler, IAPP, https://iapp.org/resources/article/global-ai-legislation-tracker/ (Erişim Tarihi: 17.11.2025).
[1550] 11 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

koordinasyonu ve iş birliğini güçlendirebilecek; organizasyonel yapısını, insan kaynağını ve iş süreçlerini etkin şekilde kurgulayabilecek ve kamuda YZ bilgi hazinesi ile hafızasını toparlayabilecek bürokratik süreçleri olabildiğince aza indirme ve YZ gibi insan kaynağına talebin yüksek olduğu bir alanda yetkin uzmanları istihdam edip güvence verebilecek kurumsal ve ekonomik altyapıya sahip olmasının önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Nitekim her ne kadar Komisyon'a bilgi veren bazı uzmanlar tarafından müstakil bakanlıklar kurulması fikri gündeme getirilmiş[1551] ve bu husus Komisyon gündeminde konuşulmuş ise de kısa vadede süren çalışmalar bakımından koordinasyonun en hızlı şekilde sağlanabilmesi ve ulusal YZ hafızasının hızlı şekilde oluşturulabilmesi için mevcut kurumların çalışmalarının yürütülmesinin uygun olacağı ve bakanlık gibi geniş ölçekli bir yapı kurma girişiminin bu süreci yavaşlatabileceği; orta ve uzun vadede ise YZ yönetişim alanında ilgili bakanlıklar ve diğer kurumlar arası faaliyetlerin de koordinasyonu gerekli olacağından burada olası yetki çatışmaları yaratılmasını engelleyecek ve bakanlıklar arası koordinasyon sağlayabilecek nitelikte Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun kurulması önerilmektedir.

Daha uzun vadede zamanın gereklerine göre Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun bir bakanlığa dönüştürülmesinin gerekli olup olmadığı ayrıca değerlendirilebilecektir. YZ'nin tüm alanları etkileyen bir teknoloji olması sebebiyle şu an İnternet Bakanlığına ihtiyaç duyulmadığı gibi YZ Bakanlığının da uzun vadede gerekli olmayabileceği, etkin bir koordinasyon altında tüm kurum ve kuruluşların kendi alanlarına dair YZ çalışmalarını yapabileceği bir yönetişim yapısının da mümkün olabileceği değerlendirilmektedir. Kurumun hâlihazırda YZ gelişimi ve yönetişimi alanında mevcut uyumlaştırma, destek ve teşvik ve bilgi havuzu oluşturma yönünde çalışmalar yürüten STB ve şu ana kadar (mülga) CBDDO tarafından yapılmış ve halihazırda SGB tarafından yürütülen çalışmaları ve bilgi ve tecrübe birikimini göz önüne alarak oluşturulması ve faaliyete geçirilmesi önerilmektedir.

Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun sadece koordinasyon değil orta ve uzun vadede uluslararası alandaki gelişmeleri takip etme, Türkiye'yi buralarda en iyi şekilde temsil etme, Türkiye'nin halihazırda dahil olduğu ve ileride olacağı uluslararası YZ birlik, oluşum ve projelerinde koordinatörlük yapma görevlerini de yerine getirecek şekilde oluşturulması ve bu itibarla kurumun personel altyapısı oluşturulurken uluslararası alandaki gelişmeleri izleyip analiz edebilen, yabancı dil yetkinliği yüksek, Türkiye'yi temsil kabiliyetini haiz uzman ve kalifiye insan kaynağının oluşturulmasına özen gösterilmesi önerilmektedir.

[1551] Prof. Dr. Aras Bozkurt'un 25 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

Türkiye Yapay Zekâ Kurumu, sadece düzenleyici ve denetleyici değil aynı zamanda destekleyici rol üstlenmelidir. Henüz gelişmekte olan YZ teknolojilerinde ülkemizin de gecikmeden söz sahibi olmasını sağlamak üzere kamu ve özel sektörün YZ çalışmalarında karşılaştıkları teknik ve operasyonel zorlukların çözümünde rehberlik edecek kadro ve bütçeye sahip olmalıdır.

YZ teknik doğası baskın bir çalışma alanı olduğundan Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun kendi istihdam ettiği uzmanların bilgisi kadar bu alandaki güncel akademik araştırmaları ve gelişmeleri de takip edebilmesi gerekecektir. Bu itibarla kurumun temas içinde olduğu, kıdem bakımından değil bilimsel yetkinlik ve uluslararası gelişmeleri takip edecek dil ve analiz yetkinliği bakımından önde gelen akademisyenlerden, kamu, özel sektör ve meslek örgütleri temsilcilerinden oluşan bir bilimsel danışma kurulu ya da paneli tarafından desteklenmesi önerilmektedir. Böyle bir önerinin gerekliliği hususunda Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT de bu alanda farklı bölümlerden önde gelen akademisyenlerden bir komisyon oluşturulmasının ve belirli periyotlarla karar alıcılarla düzenli olarak toplanması gerektiğini ifade etmiştir.[1552]

4.4.3.4 Kamuda Kurumsal Yapay Zekâ Politikalarının ve Yol Haritasının Geliştirilmesi

YZ'nin hem kamuda hem özel sektörde kullanımı yaygınlaştıkça kurumsal kullanım politikalarının ortaya çıktığı görülmektedir. Özel sektörün bu alanda kendi içinde bir dinamik uygulama geliştirmeye başladığı görülmektedir. Bu noktada SGB tarafından kamuda YZ kullanımına dair hem genel hem de özel nitelikli YZ farkındalık ve kullanım politikalarının oluşturulması ve bunların merkezi ve yeknesak denetim ile takip mekanizmalarına tabi tutulması önerilmektedir.

Ayrıca kamuda her kurumun YZ kullanım senaryoları ile ilgili olarak da SGB veya STB tarafından belirlenen genel esas ve ilkelere dayalı bir iç politika, yönerge, prosedür oluşturmasının hukuki bağlayıcılığı olan bir enstrüman ile zorunlu tutulması önerilmektedir. Bu sayede hem tüm kurumların çalışmalarını daha sistematik şekilde yürütmesi sağlanabilecek, hem kurum içi YZ kullanım ve adaptasyon haritaları ortak bilgi havuzuna daha şeffaf ve eksiksiz şekilde aktarılabilecek hem de YZ alanında kamu içinde bilgi ve tecrübe transferi yapılması kolaylaşacaktır. Özellikle doğrudan vatandaşı etkileme ihtimali

[1552] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

olan kamu kaynaklı YZ kullanımlarında hukuki öngörülebilirlik ve belirlilik ilkesinin bir gereği olarak, durumun gereklerinden böyle bir şeffaflığın sistemden beklenen verimi yok edeceği açıkça anlaşılmıyorsa, bu politika, prosedür ya da yönergelerin hazırlanıp sistem canlıya alınmadan önce yayınlanması faydalı olacaktır. Bu tip iç politikalara ilişkin olarak Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Hazine ve Maliye Bakanlığı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü (BTGM) Kıdemli Proje Yöneticisi Özgün Çöllüoğlu GÜLEN aynı toplantıda tanıtılan bir erken uyarı sistemiyle ilgili olarak bir anomali tespiti olduğunda nasıl adımların atılması gerektiği yönünde iç yönerge ve prosedürlerin hazırlanması gerektiğini ifade etmiştir.[1553]

4.4.3.5 Merkezi Veri Yönetişim Mekanizmasının Kurulması ve Veri Kaynaklarının Daha Etkin Şekilde Kullanılması

Komisyon çalışmalarında mevcut hukuki düzenlemeler ışığında YZ'nin etkin şekilde geliştirilmesi ve kullanılması için veri kaynaklarının hukuka uygun şekilde kullanılmasının zorluklarına değinilmiştir. Komisyon toplantılarında Komisyon üyeleri tarafından veri toplama süreçlerinde standartlaşma ve etik sorunların çözümüne ilişkin regülasyonların geliştirilmesi[1554] ve verinin hukuki altyapısının oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.[1555] Komisyon'a bilgi veren davetli uzmanlar tarafından da veri erişiminin kolaylaştırılmasına, veri paylaşım standartlarının ortaya konulmasına dair ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir.[1556] Bununla birlikte Türkiye'nin veri havuzunu merkezi bir noktadan yönetebileceği ve verilerini toplayıp değerlendirebileceği bir yapının ya da veri tabanının kurulması da Komisyon çalışmaları sırasında tartışılan hususlar arasında yer almaktadır.

YZ'nin verimli şekilde geliştirilmesi için sadece veriye işim değil, kaliteli ve kullanılabilir yapıda veriye ihtiyaç vardır. Diğer bir deyişle verinin sadece miktarının artırılması yeterli olmayıp gerekli yapısal çalışmalar ve kalite kontrolleri de yürütülmelidir. Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Hazine ve Maliye Bakanlığı BTGM Kıdemli Proje Yöneticisi Özgün Çöllüoğlu GÜLEN de bu hususta yüksek miktarda kaliteli verinin toplanmasının ve bu verilerin tutulacağı sistemlerin kurulmasının ihtiyaç olduğunu

[1553] Özgün Çöllüoğlu Gülen'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1554] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1555] a.g.e
[1556] İlker Kuruöz'ün 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

belirtmiştir.[1557] Bu açıklamalar ve Raporun önceki bölümlerinde değinilen mevcut veri yönetişim çerçevesi ve hukuki düzenlemeleri ışığında Türkiye Veri Kurumu'nun kurulmasına ve veri kaynaklarının kullanılması ile veriye erişim bakımından veri türüne dayalı olarak farklı öneriler oluşturulmuştur.

4.4.3.5.1 Türkiye Veri Kurumu'nun Kurulması veya Yapısal Değişikliklerle Birlikte Mevcut Kurumların Dönüştürülmesi

Komisyon toplantılarında Türkiye'de veri ile ilgili modern anlamda faaliyet gösteren bir otorite ihtiyacı gündeme gelmiştir. Komisyon'a 22.04.2025 tarihli toplantıda bilgi veren TÜİK Başkan Yardımcısı Tuğba DEĞİRMENCİ Türkiye'de bir veri mesuliyet sisteminin ve veri otoritesinin kurulmasının gerektiğini ifade etmiştir.[1558] Veri ekonomisinde özellikle kamu verilerinin modern işleme ve analiz teknikleri için yine modern standartlarda tutulduğu ve işlendiği bir kurumun YZ gelişimi için önemi açıktır. Bu doğrultuda ulusal stratejilerin belirlenmesi, verilerin toplanması ve paylaşılmasına yönelik yatay ve dikey düzenlemelerin merkezi şekilde koordine edilerek mevzuat uyumunun sağlanması adına diğer kamu kurumları arasındaki koordinasyonu sağlamakla görevli ve yetkili bağımsız yeni bir Türkiye Veri Kurumu kurularak SGB, TÜİK ve KVKK başta olmak üzere diğer ilgili kurumlarla iş birliği içinde çalışması veya alternatif olarak gerekli hukuki, teknik, yapısal değişiklikler yapılarak mevcut kurumların dönüştürülerek ulusal veri toplama, işleme, kullanıma açma süreçlerinde merkezi kurum olarak konumlandırılması önerilmektedir. Türkiye Veri Kurumu'nun kurulması yahut yapısal değişiklikler akabinde mevcut kurumların dönüştürülmesi halinde veri alanında geniş yetkileri haiz kılınacak kurum bünyesinde sadece verilerin toplanması değil, bu verilerin YZ veya gelişen diğer teknolojiler için kullanılabilecek şekilde, modern tekniklere göre yapılandırılması da gerekmektedir. Bu doğrultuda söz konusu kurumun yetkileri, süreçleri (yıllık istatistik programlarının yıllık veri yönetişimi programlarına dönüştürülmesi gibi) ve yapısının da sadece YZ'nin değil mevcut diğer gelişen teknolojilerin veri ihtiyaçları doğrultusunda kamu verilerinin kullanılması noktasında yapılacak detaylı bir etki değerlendirmesi sonrasında gözden geçirilerek ulusal değerlerin ve ulusal güvenlik unsuru teşkil edebilecek verilerin korunması koşuluyla YZ ile gelişen teknolojilerin getirdiği veri odaklı toplum içinde verilerden en verimli şekilde yararlanmasını sağlayacak şekilde güncellenmesi önerilmektedir.

[1557] Özgün Çöllüoğlu Gülen'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1558] Tuğba Değirmenci'nin 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

TBMM toplantılarında dile getirilen bu ihtiyaçlar; 25 Aralık 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan 192 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi kapsamında Siber Güvenlik Başkanlığına veri alanında verilen geniş görev ve yetkilerle birlikte önemli ölçüde giderilmiştir. Bu kapsamda; Siber Güvenlik Başkanlığı "*Dijital devlet ve kamuda YZ teknolojilerinin kullanımı bağlamındaki verinin oluşturulmasından yok edilmesine kadar olan süreçlerin yönetilmesini kapsayan veri yönetişimine ilişkin ilke, usul ve standartları belirleme*" ve "*ortak veri alanı altyapısını hayata geçirmek, uygulamalarda kullanılacak verilerin kalite kriter ve standartlarını belirlemek ve bunlara uygunluk vermek*" görev ve yetkilerini haiz kılınmıştır. Bu noktada; kurum enflasyonunun oluşmaması adına, SGB'nin görev alanının, veri yönetişimi alanındaki bütüncül mevzuat oluşturulması ve uyum çalışmalarının yürütülmesi gibi ek yetkilerle genişletilmesi halinde bahse konu yapısal oluşuma yönelik ihtiyaçların karşılanabileceği öngörülmektedir. Yukarıda bahsi geçen düzenleme kapsamında kısa vadede SGB, TUİK ve KVKK'nın işbirliği yapması kritik önem arz etmekte olup uzun vadede ise teknolojinin gelişimine ve veriye yönelik yönetişim ihtiyaçlarına göre veri yönetişimi görev ve yetkilerinin Türkiye Veri Kurumu gibi merkezi bir veri otoritesinde birleştirilmesi uygunluk arz etmektedir. Yeni bir kurumun kurulması veya veri yönetişimine dair yetkilerin mevcut kurumlardan birinin bünyesinde birleştirilmesi ihtimalinde bu kurumun kurum enflasyonuna ve hantallığa neden olmaması için mevcut ve veri alanında yetki ve sorumlulukları haiz otoritelerle iş birliği içinde olması ve uyumlu çalışabilmesinin temin edilmesi önem arz etmektedir. Bu kurum veri alanında teknik ve hukuki yetkinliği yüksek personel istihdamına izin verecek bir yapıda kurulmalıdır. Kurumun sadece veri toplama ve paylaşma mekanizmalarını değil, Türk hukukunda parçacıklı halde bulunan veri yönetişim mevzuatını ve süreçlerini de koordine etmesi, sektörel veri yönetişim çalışmalarını yürütmesi ve bu alanlarda rehberler hazırlaması önerilmektedir. Türk hukukunda veri üzerindeki hak sahipliği alanında genel nitelikli veya tarım ya da sağlık gibi sektörler özelinde veri yönetişimi ve hak sahipliği üzerinde yapılacak çalışmalarda Kurumun yer almasının veri yönetişim ve mevzuat çerçevesinin yeknesaklaştırılmasında faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

4.4.3.5.2 Veri Merkezlerinin Kurulması ve Gerekli Hukuk ve Yönetişim Çerçevesinin Oluşturulması

Komisyon toplantılarında YZ'nin geliştirilmesiyle ilgili öne çıkan tartışmalardan bir kısmı da altyapıya ilişkin olup veri merkezlerinin oluşturulması da bu doğrultuda gündeme

gelmiştir. Komisyon'a 18.02.2025 tarihinde bilgi veren Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği Başkanı Mehmet Ali TOMBALAK özellikle YZ odaklı veri merkezinin devlet tarafından kurdurulması gerektiğini, devletin buradaki rolünün bizzat kurmaktan çok kurdurmak olduğunu vurgulamıştır.[1559]

Veri merkezlerinin kurulması her ne kadar altyapıya ilişkin bir öneri olsa da YZ çalışmalarını destekleyecek ölçekte veri merkezlerinin kurulması ve bu merkezlerdeki verilerin YZ geliştirmek için kullanılmasının denetlenmesi ve yönetilmesi şu an Türk hukukunda mevcut olmayan bir veri merkezi hukuki altyapısının oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda veri merkezinin hukuki altyapısına ilişkin çalışmaların tamamlanması ve Türkiye'de veri merkezinin oluşturulması, bu merkezdeki verilerin hukuka uygun şekilde YZ geliştirmek için kullanılabilmesi ve bu yönde ortaya çıkabilecek risklerin yönetilebilmesi için gerekli hukuki çerçevenin oluşturulması önerilmektedir.

4.4.3.5.3 Kişisel Verilerin Korunması

YZ geliştirme ve kullanma sürecinde kişisel verilerin de işlenmesi fiili bir zorunluluk haline gelebilmektedir. YZ ile kişisel verilerin işlenmesi suretiyle profillemenin ve gözetim etkisinin artması sebebiyle kişisel veri koruma adımlarının YZ'nin getirdiği riskleri dikkate alarak geliştirilmesi yönünde öğretide de öneriler yer almaktadır.[1560] Kişisel verilerin korunmasına ilişkin temel hukuki çerçeve olan KVKK, kişisel verilerin hukuka uygun bir şekilde işlenebilmesi için belirli prosedürler ve güvenlik mekanizmaları öngörmektedir. Her ne kadar bu prosedürler ve önlemler YZ geliştirmek için kişisel verilerin işlenmesini bazı açılardan zorlaştırıcı bir etkiye sahipmiş gibi gözükse de KVKK'nın YZ ile kişisel verilerin işlenmesini yasaklamamaktadır. Komisyon'a 08.04.2025 tarihinde bilgi veren Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK bu hususla ilgili olarak KVKK'nın genel nitelikli bir düzenleme olduğunu, YZ ile kişisel verilerin işlenmesini yasaklamadığını, Kişisel Verileri Koruma Kurulu'nun KVKK'nın görece eski köklerine rağmen geniş nitelikli düzenlemelerden iyi bir uygulama çıkarmaya çalıştığını ve bazı alanlarda uygulamayla çözülecek belirsizlikler olabilecekse de KVKK'nın YZ'nin önünde

[1559] Mehmet Ali Tombalak'ın 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1560] Aksoy Retornaz, Emine Eylem, "Yapay Zekâ Algoritmalarıyla Profilleme ve Kişisel Verilerin Korunması", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 243.

engel olduğuna dair sektör iddialarının gerçeği yansıtmadığını vurgulamıştır.[1561]

Kişisel verilerin hukuka uygun şekilde işlenmesi için öngörülen prosedürlerin ve güvenlik tedbirlerinin bireylerin mahremiyetini korumak için getirildiği ve genel olarak teknolojik gelişmeleri durdurucu değil teknoloji gelişimi karşısında temel hak ve özgürlüklerin, insani değerlerin ve mahremiyet alanının korunmasına yönelik olduğu görülmektedir. YZ ile kişisel verilerin işlenmesi yoluyla hem algoritmik karar alma mekanizmalarının bireylerin hayatı üzerindeki etkileri hem potansiyel önyargılar hem de kişisel verileri YZ sistemleriyle işlemek suretiyle toplumun sosyokültürel yapısına dair önemli çıktılara ulaşma ihtimali güçlenebilmektedir. Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Hazine ve Maliye Bakanlığı BTGM Kıdemli Proje Yöneticisi Özgün Çöllüoğlu GÜLEN de bu hususta özellikle hazine ve maliye gibi bazı alanlardaki verilerin manipülasyona çok açık olduğunu, bazı verilerin filtrelenmesinin ya da maskelenmesinin mutlaka gerekli olduğunu ve veri gizliliği ile güvenliğinin savunma sanayine benzer şekilde çok önemli olabildiğini ifade etmiştir.[1562] Benzer şekilde Komisyon'a 22.04.2025 tarihinde bilgi veren TÜİK Başkan Yardımcısı Tuğba DEĞİRMENCİ kamusal veri paylaşımlarında kişisel veri güvenliğini çok daha artırıcı tedbirler alınmasına dair açıklamalarda bulunmuştur.[1563] Bütün bu sebeplerle salt YZ gelişimini kolaylaştırmak adına mevcut koruma ihtiyacını ve YZ'nin getirdiği ek riskleri değerlendirmeden kişisel verilerin YZ için işlenebilmesine dair genel bir serbestinin uzun vadede vatandaşlar ve Türk toplumu için faydalı olmayacağı, kişisel verilerin korunması alanında yapılacak değişikliklerin mahremiyetin korunması ve YZ'nin gelişmesi arasındaki menfaat dengesi gözetilerek ve bu verilerin YZ ile işlenmesi suretiyle geliştirilebilecek sistem ve oluşturulabilecek çıktıların kamu düzeni ve menfaati için de etkileri dikkate alınarak düzenleme yapılması önerilmektedir.

Bu doğrultuda kişisel verilerin korunmasıyla ilgili olarak hem mevcut korumaları güçlendirecek hem de YZ ile kişisel verilerin işlenmesinde uygulamaya yol gösterecek farklı öneriler geliştirilmiştir:

- Mevcut düzenlemeler, sektörel paydaşlar ile sivil toplum temsilcilerinin katılımıyla, periyodik olarak gözden geçirilmeli, uluslararası standartlar (örn. YZT) ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda gerekli güncellemeler yapılarak esnek,

[1561] Dr. Osman Gazi Güçlütür**k**'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1562] Özgün Çöllüoğlu Gülen'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1563] Tuğba Değirmenci'nin 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

uygulaması kolay bir mevzuat altyapısı oluşturulmalıdır

- YZ ile gerçekleştirilen otomatik karar verme ve profilleme faaliyetleri insan tarafından denetlenebilir olmalı, KVKK kapsamında ilgili kişilere bu işlemlere itiraz etme ve "insan müdahalesi talep etme" hakkı açıkça tanınmalıdır.
- YZ tabanlı kişisel veri işleme faaliyetlerinin sınırları açıkça belirlenmelidir ve bu faaliyetlerde "asgari veri işleme" ilkesine riayet edilmelidir. Şeffaflık, hesap verebilirlik ve veri güvenliği ilkeleri güçlendirilmelidir.
- YZ uygulamalarının geliştirilme aşamasında "tasarımda mahremiyet" (privacy by design) yaklaşımı benimsenmelidir.
- YZ tabanlı kişisel veri işleme faaliyetlerinde kişisel veriler anonimleştirilmeli ve gerektiğinde yalnızca anonim verilerle çalışılmalıdır.
- YZ'nin hukuki çerçevesi özel bir kanunla çizilmeli, bu çerçeve KVKK'yı tamamlayıcı nitelikte olmalıdır. Ayrıca ulusal düzeyde YZ güvenliği ve etik standartları oluşturulmalıdır.
- Kamu kurumları arası veri aktarımında güvenlik ve mahremiyetin sağlandığı denetimli, Kamu Veri Alanı mimarisini referans alan bir kamu veri platformu kurulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.
- Veri merkezleri kurumlar arasında paylaşılmalı, açık kaynak kodlu yazılımlar ile açık veri ekosistemi teşvik edilmelidir.
- Sağlık verileri gibi hassas nitelikli kişisel veriler internet ortamında açık ağlarda kullanılmamalı, bu veriler kapalı devre sunucularda saklanmalı ve veri kayıt sistemleri kötüye kullanım ile siber saldırılara karşı güvenli hâle getirilmelidir.
- Devasa boyuttaki verilerin işlenebilmesi ve saklanabilmesi için yeni veri merkezleri ve depolama çözümleri geliştirilmelidir.
- Kamuda ve özel sektörde açık veri kullanımı için ortak standartlar belirlenmelidir.
- Ulusal veri kütüphanesi ve kamu veri bankası oluşturulmalı, en az 5 yüksek etkili kamu veri seti anonimleştirilerek hızla erişime açılmalıdır. Ayrıca, özel sektör verilerinin de anonimleştirilmiş şekilde ortak veri havuzlarında paylaşımı teşvik edilmelidir.
- Kamu, sağlık, hukuk gibi kritik alanlarda güvenli ve anonimleştirilmiş veri aktarımını sağlayacak yasal ve teknik altyapı oluşturulması önem arz etmektedir.

Ek olarak; veri aktarımı ve kullanımı bakımından oluşturulacak genel çerçeve teşkil edecek hukuki düzenlemenin; teknolojik gelişmelerden mümkün mertebe etkilenmeyen (future-proof) ve teknoloji bağımsız (technology-neutral) şekilde tasarlanması, verinin hukuki

niteliği ve sahipliği konusundaki tartışmaları ve belirsizlikleri gidermesi, veri ekonomisinin getirdiği pazar dinamiklerini dikkate alması ve veri demokrasisi kapsamındaki ihtiyaçların karşılanmasını sağlaması önem arz etmektedir.[1564] Bu doğrultuda yapılacak düzenlemelerle veya düzenleme yapılmaksızın atılacak adımlarla hem veriden değer yaratmaya imkân veren hem de bunu yaparken mahremiyete olumsuz etkilerin azalmasını sağlayan mahremiyet artırıcı teknolojilerin kullanılması ve yaygınlaştırılması da faydalı bir adım olabilecektir.[1565] Son olarak, hazırlanacak düzenlemelerde; veri egemenliği çerçevesindeki ulusal hedeflerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

4.4.3.5.4 Fikri Haklarla Korunan Eserlerin Korunması ve Kullanılmasının Kolaylaştırılması

Türk fikir ve sanat eserleri hukukunun temel metni olan FSEK'in pek çok anlamda eski bir kanun olup internet ortamında eserlerin kullanımına ilişkin dahi gerekli hukuki düzenlemeleri içermediği anlaşılmaktadır. Basit bir örnekle, FSEK kapsamında eserlerin internet kullanımında geçici olarak önbelleklenmesine ya da teknik işleyiş gereği aktarılmasına dair istisna dahi yer almadığından, kişisel kullanım senaryosuna dahil edilemeyecek tüm internet sitesi kullanımlarının FSEK anlamında eser sahipliği haklarının ihlali olduğu iddia edilebilecektir. Bu ve benzeri teknolojinin gerektirdiği kullanım senaryolarını kapsayan ve güncellenmiş bir fikir ve sanat eserleri kanununa ihtiyaç olduğu açıktır. Diğer yandan YZ ile ilgili olarak yapılacak bir kanuni düzenleme ile FSEK'in tüm açıklarının giderilmesi ve FSEK'in teknoloji çağına ayak uyduracak hale getirilmesi mümkün değildir.

Bu hususta fikri haklarla korunan içeriklerin YZ geliştirmek için eğitim veri seti içinde kullanılmasının fikri hak sahipliği kapsamında kalan bir kullanım olup olmadığı FSEK anlamında belirsizlik içermekte olup bu konuda detaylı bir çalışma yapılması ve bu kullanımların kapsam dışı bırakılması durumunda etkilenecek olan paydaşların da katılımıyla bir hukuk politikasi ile hukuki ve ekonomik etki analizi çalışması yapılması önerilmektedir.

Mevcut hukuki düzenleme çerçevesinden bakıldığında FSEK'in ve FSEK'te düzenlenen maddi hakların lafzının ilk bakışta bu kullanımları fikri hak sahipliği kapsamında değerlendirmeye uygun genişlikte olduğu görülmektedir. Bu işlemelerin kapsam dışında

[1564] Süer, İlayda, "Teknoloji ve Kamu Yönetimi Bülteni, Verinin Gücüyle Dönüşen Kamu Yönetimi", Tablet Dergisi, S. 11, 2024, https://kamuyonetimi.org.tr/bulten/tablet-teknoloji-ve-kamu-yonetimi-bulteni-sayi-11-kasim-2024/ (Erişim Tarihi: 03.08.2025).
[1565] Çağlayan Aksoy, Pınar, a.g.e., s. 419.

kaldığının kabulü halinde ise FSEK kapsamında ABD ya da İngiltere hukuklarında olduğu gibi açık uçlu kullanım istisnaları görülmediğinden ve YZ geliştirmek için kullanılan milyonlarca veri noktasından teker teker eser sahipliği tespiti yaparak ilgili izinlerin alınması pratik açıdan imkânsız olduğundan FSEK'in mevcut mekanizmalarının fiili açıdan fikri hakla korunan verilerin yoğun şekilde YZ geliştirmek için kullanıma izin vermediği anlaşılmaktadır. Nitelik itibariyle ne internet çağının ne de YZ çağının gereklerine uygun veri işleme mekanizmaları dikkate alınarak hazırlanmış olan FSEK'in dijital ortamda eserlerin işlenmesine dair daha kolaylaştırıcı ve açık uçlu istisnalara yer verecek ve veri madenciliği özelinde bir kullanım senaryosu düzenleyecek şekilde değiştirilmesi için mevzuat çalışması yapılması önerilmektedir.

Halihazırda FSEK'te dijital telif hakları kapsamında değişiklik yapılmasına dair mevzuat çalışmaları yapılmaktadır. Dijital telif alanında yapılacak olan değişiklikler doğrudan internet ortamında YZ geliştirmek için veri toplama ve işleme faaliyetlerini de etkileyeceğinden uyumsuz bir hukuki çerçeve oluşmaması adına burada anılan değişikliğin dijital telif düzenleme taslağı ile birlikte çalışılması önerilmektedir. Mevcut eserlerin YZ geliştirmek için kullanılmasına yönelik bir düzenleme ise daha hassas bazı dengeleri etkileyeceğinden, meseleye daha dikkatli şekilde yaklaşılması önerilmektedir. Eserlerin YZ ile serbestçe kullanımının önünün açılmasının, organik insan kaynaklı yaratıcılığı ve içerik üreticiliğini olumsuz etkileyebileceği ve uzun vadede YZ'nin gelişimi için de gerekli olan organik içerik üretimini ortadan kaldırabileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Henüz uluslararası alandaki gelişmelerin de şekillenmekte olduğu ve YZ ile içerik üretim süreçlerinin dönüşüm geçirdiği böyle bir dönemde, sınırsız bir serbesti ya da katı bir yasağın kanun yoluyla getirilmesinin doğru olmayacağı değerlendirilmektedir. Ancak, özellikle mevcut içeriklerden yararlanarak söz konusu içeriklerin ikamesini üretmeyen, yeni ve dönüştürücü bir etki yaratarak kişilere ek fayda ve çözümler sağlayan sistemlerin geliştirilmesi için eserlerin kullanılabileceği yönünde bir istisna üzerinde çalışılabileceği değerlendirilmektedir. Örneğin, yazılı kitapların tamamını tarayarak yeni bir kitap oluşturan ya da insanların asıl kaynağa gitmesine gerek bırakmayacak şekilde bir veri tabanı oluşturan sistemin geliştirilmesine izin verilmesi sakıncalı olabilecekken, aslında eser içeriklerinde arama yapmak suretiyle kullanıcıları daha doğru bir şekilde esere yönelten, eserin tamamını değil kabul edilebilir bazı kopyalarını yeniden üretebilen sistemlerin geliştirilmesinin istisna kapsamında yer alması düşünülebilecektir.

Bu bölümde anılan önerilerin uygulanması ile fikri haklar ile korunan eserlerin YZ geliştirmek için kullanılması kolaylaştırılacaktır. Ancak bu kolaylaştırma hiçbir koruma

olmaksızın fikri eserlerin herkes tarafından YZ geliştirmek için serbestçe kullanılabileceği şeklinde anlaşılmamalıdır. Bu noktada düzenleme yapılırken teknik araçların yardımıyla büyük veri setleri içinde dahi olsa müstakil eserlerin eser sahiplerinin öngörülecek olan gelir ya da menfaat paylaşım mekanizmalarına dahil olması gibi sistemler değerlendirilmelidir.

4.4.3.5.5 Yapay Zekâ Çıktıları Üzerindeki Hakların Belirlenmesi

Fikri haklar sadece eserlerin eğitim setinde ya da girdi olarak kullanılmasında değil YZ çıktıları bakımından da önem taşımaktadır. Mevcut düzenlemeler ışığında YZ ile üretilen bir içeriğin FSEK kapsamında fikri eser sayılıp sayılmayacağının net bir cevabının olmadığı ve her somut olay özelinde hususiyet değerlendirmesi yapılmasının gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Bu tespitin yapılması pratik gerekçelerle oldukça külfetli ve hatta üretim sürecine algoritma tasarımcısı, veri bilimcisi, yazılımcı, kullanıcı gibi çok fazla kişi dahil olduğu için zaman zaman imkânsız olabilmektedir. Hususiyet kriteri gerçek kişilerle bağdaştırılan ve tespiti zor nitelik odaklı bir kriter olduğundan YZ üretimi içerikler üzerindeki hakları yönetmek için uygun olmadığı değerlendirilmektedir. Diğer yandan bu belirsizliğin çözülmesi içerik üzerindeki hak rejiminin nasıl bir hak rejimi olduğunun ve hak sahibinin kim olduğunun tespiti bakımından önem taşımaktadır. Bu belirsizliğin uzun sürmesi ve buradaki kararın yargı makamlarının bu yönde karar vereceği bir tarihe kadar bekletilmesi YZ ürünleri üzerindeki hakların kısa ve orta vadede hukuki belirsizlik taşımasına ve YZ ile üretilebilecek artı değerden yararlanılamamasına neden olabileceğinden bu alanda eğitim veri setleri arasında eserleri kullanılan ve bu sebeple çıktılara da tarz ya da üslupları veya eserlerinin parçaları yansımış olabilecek eser sahiplerinin menfaati ile YZ ile üretim yapan kişinin menfaati arasındaki denge gözetilerek bir mevzuat çalışması yapılması ve YZ ile üretilen eserler üzerinde kullanıcılara ya da sistem geliştiricilere YZ üretimi çıktı mevcut bir eserin kopyası ya da işlemesi olduğu gerekçesiyle üçüncü kişilerin hakları ihlal edilmediği sürece çıktı üzerinde sınırları belirli haklar sağlayan ve buradaki hak belirsizliğini gideren bir düzenleme yapılması önerilmektedir. Bu noktada hak sahipliğinin kullanıcı ile sistem geliştiricisi arasında paylaştırılması, sadece kullanıcıya kısıtlı bir hak sahipliği tanınması ya da doğrudan hak sahipliğinin sistemi kuran ya da işleten kişiye sağlanması[1566] ya da buradaki hak sahipliğinin bağlantılı haklar yönünde bir düzenleme yapılarak netleştirilmesi[1567] gibi

[1566] Güçlütürk, Osman Gazi ve Cankat, Rifat, "Yapay Zekâ ile Oluşturulan Ürünlerin Eser Niteliği ve Eser Sahipliği Meselesi", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020, s. 207 vd.; Güçlütürk, "*Verinin Kullanılması*", s. 194 vd.

[1567] Yılmaztekin, Hasan Kadir, Yapay Zekânın Eser Sahipliği, 2021, s. 282.

farklı ihtimaller tartışılmaktadır.

Yapılacak düzenlemede özellikle YZ üretimi yoluyla üslup veya tarzın kopyalanması, eserlerin tamamının ya da büyük kısmının yeniden üretiminin sağlanması, YZ destekli çeviri ya da türleri arası değişim gibi işleme eserlerin üretilmesi ya da mevcut eserlerden başka şekillerde YZ kullanarak haksız kazanç elde etme durumlarına karşı koruma mekanizmaları getirilmesi önerilmektedir.

YZ çıktıları bakımından tartışma konusu olan tek fikri mülkiyet hakkı fikri haklar değildir. YZ üretimi içerik ya da ürünlerin bir buluş olarak korunabilir olup olmadığı ve bu itibarla patentlenip patentlenemeyeceği de önemli bir tartışma konusu olup mevcut düzenlemeler ışığında tartışma sürmektedir. Bu noktada da belirsizliğin mahkeme tarafından giderilmesinin beklenmesi yerine bir düzenleme çalışması yapılması önerilmektedir.

4.4.3.5.6 Kamu Verilerine Erişimin Kolaylaştırılması

YZ'nin gelişiminde kamu verilerinin kullanılabilmesi önemli bir veri kaynağına erişim imkânı olarak değerlendirilmektedir. Kamu verileri hem hacmi hem de niteliği itibariyle YZ destekli sistemlerin geliştirilmesi ve kamu hizmet ve faaliyetlerinin YZ ile iyileştirilmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Komisyon'a 18.02.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Açık Veri ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Bilal EREN yerli ve milli YZ uygulamalarının geliştirilebilmesi için kamu verilerinin dijital bir portal vasıtasıyla erişime açılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir.[1568] Yine Komisyon'a 15.04.2025 tarihinde bilgi veren Deloitte Türkiye Mühendislik, YZ ve Veri Hizmetlerinden Sorumlu Şirket Ortağı Barış YENİDÜNYA kamu verilerinin açılmasını ve ulusal veri kütüphanesi benzeri bir yapı kurulmasını önermiştir.[1569]

Ancak kamu verilerinin tabi olduğu mevcut hukuki rejim bu verilerden YZ ve gelişen teknolojiler anlamda yararlanılmasının önünde engel teşkil etmektedir. Kamu idarelerinin faaliyetleri bakımından özel hukuk kişilerinin davranışlarından farklı olarak bir serbesti değil idarenin yetkisizliği ilkesi geçerlidir. Bu ilke uyarınca idare açıkça bir konuda yetkilendirilmediği durumda yetkisiz varsayılacaktır. Bu yetki açıkça düzenlenmiş olabileceği gibi bazı durumlarda idarenin dar kapsamlı da olsa takdir yetkisinin bulunması mümkündür. Örneğin bazı bakanlıkların ve kamu idarelerinin ellerindeki mevcut verileri kullanarak YZ sistemleri geliştirmeleri ve kapalı şekilde kullanıma sunmaları bu tip yetki düzenlemeleri kapsamında değerlendirilebilmektedir. Ancak kamu idarelerine bakıldığında TÜİK gibi özel

[1568] Bilal Eren'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1569] Barış Yenidünya'nın 15 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

bazı kurum mevzuatı veya bilgi edinme süreçlerine ilişkin düzenlemeler haricinde genel olarak idarelerin ellerindeki verileri üçüncü kişilerle veya herkese açık halde paylaşmasına imkân veren bir düzenleme mevcut değildir.

Bu noktada; kurumlara daha geniş yetkiler verecek çerçeve bir düzenleme ihtiyacı tespit edilmiştir. Bu çalışmaların öncesinde mezkûr mevzuatın izin verdiği ölçüde mevcut kaynakların değerlendirilmesi amacıyla, (mülga) CBDDO ve TÜİK iş birliğinde Kamu Veri Alanı Projesi hazırlığı çalışmaları yürütülmüştür.[1570] Söz konusu pilot proje; veri paylaşımı hususunda ilgili diğer düzenlemelerle uyumlu olmak kaydıyla TÜİK mevzuatı esas alınarak tasarlanmıştır. Komisyon'a 04.02.2025 tarihinde bilgi veren (mülga) CBDDO Başkanvekili Yusuf TANCAN tarafından, TÜİK ile CBDDO iş birliğinde yürütülen "Kamu Veri Alanı" pilot projesi kapsamında AB'nin veri uzayları konseptinin ülkemize uyarlandığı ve kamu kurumlarının elindeki verilerin veri analitiği amacıyla işlenmesini sağlayacak bir teknik altyapı ve platformun oluşturulduğu, platformun ileri analitik ve YZ uygulamaları geliştirmeye elverişli bir ortam sağladığı belirtilmiştir.[1571] Bununla birlikte, Kamu Veri Alanı Projesi; GPAI, CEIMIA ve Oxford Insights tarafından yürütülen YZ için Veri Sağlayıcısı Olarak Kamu Sektörünün Rolü Projesine 25.06.2024 tarihinde "Pilot Partner" olarak seçilmiş, ilgili uluslararası kuruluşlarla yürütülen süreçte yapılan değerlendirmeler sonucunda ise Kamu Veri Alanı Projesi bakımından Türkiye adına başarılı sonuçlar elde edilmiştir.[1572]

Bahse konu Kamu Veri Alanı Pilot Proje çalışması bu alanda katma değer yaratabilecek bir proje olmakla birlikte, kullanım alanı bakımından mezkûr mevzuatın sınırları nedeniyle ancak kamu kurumlarındaki uzmanlar yahut yetkilendirilmiş uzmanların erişimine açık olacak olması[1573] nedeniyle özel sektör ve STK'lar başta olmak üzere daha geniş yelpazeye ulaşan kullanıcı erişimine cevaz verememektedir. Bu noktada; YZ'nin gelişiminde kamu verilerinin kullanılmasına, kamunun elindeki veri setlerini paylaşmasına imkân veren mevzuat çalışması yapılması önerilmektedir. Ancak bu çalışma yapılırken kamu verilerinin sınırsız ve kontrolsüz şekilde kullanıma açılmaması gerekmektedir. Yapılacak düzenleme ile kamunun elinde bulunan ve hassas nitelikte olan harita verileri, stratejik yerleşim verileri, kişisel veriler gibi verilerin korunması sağlanarak belirlenen koşulların sağlanması halinde serbestçe paylaşımın mümkün olduğu bir veri paylaşım ve kullanım çerçevesi oluşturulması önerilmektedir. Yine düzenleme ile kurumlar arasındaki veri

[1570] Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Kamu Veri Alanı", https://cbddo.gov.tr/projeler/kamu-veri-alani/ (Erişim Tarihi: 03.08.2025).
[1571] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1572] Süer, İlayda, a.g.e.
[1573] Yusuf Tancan'ın 4 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

paylaşımı konusundaki anlaşmazlıklara çözüm getirecek mekanizmaların da oluşturulması önerilmektedir.[1574]

Kamu verilerine erişimle birlikte salt kamu verileri için olmamakla birlikte açık verinin de YZ için önemi Komisyon toplantılarında gündeme getirilmiştir. Komisyon'a 18.02.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Açık Veri ve Teknoloji Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Bilal EREN açık verinin YZ için gerekli olduğunu ve önyargı için bir panzehir niteliği taşıdığını belirtmiş, ulusal açık veri portalının kurulmasını önermiş, ayrıca bu alanda bir yönetmelik ve yol haritası olması gerektiğini ifade etmiştir.[1575] Benzer şekilde Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Garanti Bankası Genel Müdür Yardımcısı İlker KURUÖZ de Türkiye'nin ulusal YZ teknolojilerini geliştirilebilmesi için Türkiye'de kullanılabilecek açık veri setlerine ihtiyaç olduğunu belirtmiştir.[1576] Yine Komisyon'a 30.04.2025 tarihinde bilgi veren Anadolu Ajansı Genel Müdür Yardımcısı Oğuz Enis PERU ortak bir Türkçe veri havuzu ihtiyacı olduğunu ifade etmiştir.[1577]

Açık veri kaynakları YZ'nin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Diğer yandan açık verinin avantajlarından yararlanırken kişisel veri, ticari sır, devlet sırrı gibi özel veriler için getirilen korumaların da işler kaldığından emin olunmalıdır. Türkiye'de hâlihazırda açık verinin ne olduğunu sınırları net bir şekilde ortaya koyabilecek, diğer veri düzenlemeleri ile arasındaki ilişkileri yönetecek yürürlükte olan bir hukuki altyapı mevcut değildir. Ancak Raporun hukuk bölümünün açık veri düzenlemelerine ilişkin başlığında açıklandığı üzere, (mülga) CBDDO tarafından Türkiye için Açık Devlet Verisi Mevzuat Taslağı hazırlanmıştır. Ancak 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile (mülga) CBDDO'ya tevdi edilen görevler arasında yer alan görevlerden "Kamunun dijital dönüşümüne ve kamuda YZ uygulamalarına öncülük etmek (…) bu alanlarda kurumlar arası iş birliğini artırmak ve koordinasyonu sağlamak" görevleri, 177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 4 üncü maddesine eklenmek suretiyle SGB'ye devredilmiş olduğundan; ilgili sürecin fiili olarak faaliyete geçtikten sonra SGB tarafından yürütüleceği öngörülmektedir.

Raporda değinilen diğer veri düzenlemelerine dair önerilerle birlikte açık verinin de hukuki düzlemde ele alınması, korunan veri türleri ile arasındaki sınırlar belirlenmek suretiyle açık verinin toplanmasına, kullanılmasına ve paylaşıma açılmasına dair hukuki çerçevenin oluşturulması yönündeki sürecin takip edilmesi gerekmektedir. Özellikle kamu verisine

[1574] Bu yönde uzman önerisi için bkz. Tuğba Değirmenci'nin 22 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1575] Bilal Eren'in 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1576] İlker Kuruöz'ün 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1577] Oğuz Enis Peru'nun 30 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

erişimin kolaylaştırılması noktasında atılacak adımlar ve kamu verileri kaynaklı açık veri girişimleri açık veri bakımından önem taşıdığından kamu verilerine erişim ve açık veri alanındaki düzenleme çalışmalarının birlikte yürütülmesi önerilmektedir.

4.4.3.6 Yapay Zekâ ile İlgili Hukuki Sorumluluk Çerçevesinin Geliştirilmesi

4.4.3.6.1 Özel Hukuk Sorumluluğu

YZ ürünlerinin kullanımı sonucu ortaya çıkacak zararların sorumluluğunun açıkça tanımlanması ve bu konuda yasal düzenleme yapılması Komisyon çalışmalarında farklı açılardan gündeme gelmiştir.

Komisyon'a 25.02.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürü Özgür SEZER YZ'nin sağlık alanında kullanımında YZ'nin bir hekim gibi karar verip veremeyeceği, hatalı kararların verilmemesinin ve hatalı sonuçların olmamasının temini gibi alanlarda mevzuat çalışması beklentisi bulunduğunu ifade etmiştir.[1578] Aynı toplantıda Komisyon'a bilgi veren Sağlık Bakanlığı Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve YZ Uygulamaları Enstitüsü Başkanı Prof. Dr. Hakkı Muammer KARAKAŞ sağlıkta YZ desteği ile doktorların YZ sistemi çıktılarını değerlendirdiği üçüncü seviye otomasyon yapıldığını ancak zamanla başka devletlerde görüldüğü gibi tam otomasyona ilerleneceği, bu aşamada insan dahli olmaksızın YZ tarafından verilen kararların sorumluluğunu kimin üstleneceği sorusunun gündeme geleceğini ve buna göre mevzuat düzenlemesi yapılması gerekeceğini ifade etmiştir.[1579]

Özel hukuk sorumluluğu hukukun en yerleşik alanlarından biri olduğundan, bu konuda doğrudan hızlı bir düzenleme yapılmaması, böyle bir değişikliğin gerekliliğine ve benimsenecek yaklaşıma dair bir etki analizi yürütülmesi ancak YZT ile uyum çalışmaları kapsamında; kusurlu ürünlere ilişkin sorumluluğun düzenlendiği eski Yönergeyi tadil eden 2025/2853 sayılı AB Yönergesi[1580] ve yine 2023/988 sayılı Tüzük ile güncellenen AB ürün güvenliği çerçevesi dikkate alınarak ÜGTDK'nın güncellenmesi ve YZ sistemlerinin bir ürün olarak sınıflandırılmasına ve bu kapsamda sağlayıcının sorumluluğuna gitmeye imkân tanıyacak mevzuat çalışması yapılması önerilmektedir.

Öncelikle, mevcut sorumluluk rejimleriyle çözülebilecek alanlardaki kullanımlar için

---

[1578] Özgür Sezer'in 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1579] Prof. Dr. Hakkı Muammer Karakaş'ın 25 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1580] Directive (EU) 2024/2853 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on liability for defective products and repealing Council Directive 85/374/EEC, https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj/eng (Erişim Tarihi: 03.08.2025).

özel bir düzenleme yapılmaması önerilmektedir. Örneğin, ilgili mesleki düzenlemeler uyarınca özen yükümlülüğü altında bulunan avukatlık, doktorluk gibi mesleklerde, uzmanlığın doğası gereği son karar verici durumda bulunması ve bu karardan sorumluluğu alması gereken avukat ve doktorun YZ kullanarak sebep olduğu zararda sorumluluğu YZ ya da başka bir sisteme atabilmesinin önünün açılmaması gerektiği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte bu alanlarda söz konusu uzmanların sorumluluğunun tespitinde de yol gösterici olacak sektörel rehberlerin ya da meslek birliği kurallarının geliştirilmesi ya da mevcut olanların bu hususları içerecek şekilde güncellenmesi önerilmektedir.

Bu noktada önem arz eden hususlardan biri, belirli bir işlerlik vaadinde bulunarak YZ sistem ve modellerini piyasaya süren kişi, kurum ve kuruluşların söz konusu işlerliklerin yerine getirilmemesinden sorumluluğunun olup olmayacağıdır. Bu durum kullanıcı tecrübesindeki farklı aşamalardan da etkilenecektir. Örneğin, büyük dil modeli sağlayıcılarının tasarım tercihleri itibarıyla "her şeyi bilen" (omniscient) bir sohbet botu olarak tasarlayıp piyasaya sunduğu ürünlerin aslında hatalı bilgi de verebileceğini, çok daha küçük yazılarla görünmesi çok da kolay olmayan yerlere yerleştirilen metinlerle bildirmesinin, kullanıcının içinde bulunduğu durum ve bilgi alma kolaylığı bakımından sorun yaratabilmektedir. Ancak, bu süreçleri etkileyebilecek bir kanuni düzenlemenin de mevcut tüketici düzenlemeleri ve genel sorumluluk hükümleriyle çelişmemesi önem arz ettiğinden, şu aşamada her ne kadar bazı belirsiz noktalar olsa da hızlıca yapılacak bir kanuni düzenlemede bu hususlara yer verilmesine gerek olmadığı değerlendirilmektedir. Ancak özellikle üretken YZ sistem geliştiricileri ve kullanıcıları için mevcut 5651 sayılı Kanun sistematiğini tamamlayacak şekilde içeriği kimin ürettiğine bakılmaksızın doğrudan YZ içeriklerinin internet ortamına aktarılmasına sebep olacak şekilde sistem kurmaları durumunda içerik sağlayıcı olarak sorumlu olacakları yönünde bir netleştirme düzenlemesi yapılabileceği değerlendirilmektedir.

YZ sistem ve modellerinin otonom ve öğrenen yapısı sebebiyle sistem çıktıları ve etkileri ile geliştirici ya da kullanıcının eylemi arasındaki illiyet bağının ve genel olarak kusurun tespiti zorlaşacağından bu noktalarda kusursuz sorumluluk öngören, illiyet bağı varsayımı getiren düzenleme önerileri değerlendirilebilir. Özellikle ürün sorumluluğu bakımından mevcut ürün sorumluluğu çerçevesinin YZ sistemleri ve yazılımları da kapsayacak şekilde geliştirilmesi, getirilecek teknik düzenlemelere ve ilgili ürün güvenliği prensiplerine uygun geliştirilmemiş YZ sistem ve modellerinin meydana getirdiği zararlardan kusur gerekli olmaksızın imalatçı ya da sağlayıcının sorumlu olacağını düzenleyen bir mevzuat çalışmasının hem Türk ürün güvenliği mevzuatında gerçekleştirilmesi beklenen AB

odaklı uyumlaştırma hem de YZT'nin Türk hukukuna aktarılması sürecini kolaylaştıracağı değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte mevcut sorumluluk düzenlemelerinin uygulanmasını ve kusur tespitini kolaylaştıracağı için genel olarak YZ'nin kullanımına yönelik ve YZ tarafından üretilen sonuç ya da içeriklerin kullanılması durumunda bunu belirten bir bilgilendirmenin kullanıcının ya da muhatabın dikkatini çekecek şekilde yapılmasını gerektiren genel bir bilgilendirme yükümlülüğünün kanuni dayanağının yapılacak düzenleme ile oluşturulması ve bunun uygulamadaki etkilerinin ikincil düzenlemelere bırakılması önerilmektedir.

4.4.3.6.2 Ceza Hukuku Sorumluluğu

Hem ceza hukukunun son çare olması ilkesi hem de insanların hayatındaki olumsuz etkileri düşünüldüğünde ve bunlar YZ'nin oldukça dinamik doğası ile birlikte göz önüne alındığında şu aşamada YZ ile gerçekleştirilen eylemlere özel yeni suç tiplerinin oluşturulması için erken olduğu, ancak bu alanda detaylı bir etki analizi çalışması yapılarak bu çalışma sonrasında gerekli değişikliklerin yapılmasının ceza hukukunun niteliği bakımından daha doğru olacağı değerlendirilmektedir.

Ceza hukuku alanında yeni suç tiplerinin oluşturulması yerine kısa ve orta vadede standardizasyon faaliyetlerine bağlı tasarımın değerlendirilmesi önerilmektedir. Teknolojik gelişmelerin özellikle YZ alanında kazandığı ivme, yalnızca teknik sistemleri değil, aynı zamanda küresel hukuk pratiğini de köklü biçimde dönüştürmektedir. Bu bağlamda, YZ teknolojilerinin etik ilkeler, güvenlik standartları ve hukuki normlarla uyum içinde tasarlanması ve uygulanması, uluslararası düzeyde kapsamlı bir standardizasyon, uyum ve koordinasyon çerçevesinin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Standardizasyon çalışmaları, YZ sistemlerinin hem yazılım hem de donanım bileşenleri açısından genel geçer teknik ve etik ilkelerin belirlenmesini kapsamalıdır.

4.4.3.7 Yapay Zekâ Dönüşümünün Olumsuz Toplumsal Etkilerinin Yönetilmesi:

4.4.3.7.1 Hızlı ve Büyük Ölçekli İş Gücü Kayıplarına Karşı Koruyucu ve Dönüştürücü Önlemlerin Alınması

YZ'nin yaygın kullanımı ve otomasyonu hızlandırıcı etkisi sebebiyle iş gücü piyasalarında önemli dönüştürücü etki yaratabileceği değerlendirilmekte olup bu husus Komisyon çalışmalarında da birçok kez gündeme getirilmiştir. Komisyon'un 18.03.2025 tarihli toplantısında Komisyon'a bilgi vermek için gelen Hazine ve Maliye Bakanlığı heyetine

YZ kaynaklı istihdam daralmasına karşı kontrollü bir süreç yürütülüp yürütülmeyeceği, işsiz kalacaklar için garantili asgari gelir gibi bir formülün gündemde olup olmadığı yönünde soru yöneltilmiştir.[1581] Aynı toplantıda YZ sebebiyle işini kaybedenler ile yeni iş imkânlarına başvuranlar arasındaki ilişkiyi düzenleyecek bir programın mevcut olup olmadığı yönünde soru yöneltmiştir.[1582]

Herhangi bir teknolojinin iş gücünde yaratacağı dönüştürücü etkinin tamamen engellenmesi gerçekçi olmadığı gibi bunun hukuki düzenleme yoluyla yapılmaya çalışılması da özellikle teknolojinin gelişmesinin önünde hukuki engel yaratılması anlamına gelebilecektir. Bununla birlikte, YZ'nin inovasyon artırıcı ve olumlu dönüştürücü etkisi korunurken iş gücü piyasalarında yaşanacak değişimle ilgili olarak işçi haklarının korunması, istihdam süreçlerindeki farklılaşmanın mevcut iş kanunu ve ilgili düzenlemeler nezdinde analiz edilmesi, dönüşümü durdurmak ya da yavaşlatmak için olmasa da dönüşümün olumsuz etkilerini azaltmak, dönüşüm sürecinin ortadan kalkan meslek grupları mensuplarının aktif iş gücünde kalmasını sağlamak için hukuki korumalar getirilmesi önem arz edebilecektir. Komisyonun 28.01.2025 tarihli toplantısında işçi haklarının, istihdamın nasıl korunacağının, YZ kaynaklı iş kaybı risklerinin nasıl bertaraf edileceğinin değerlendirilmesi gerektiği, yeni iş kollarının oluşabileceği ve bu konuda mevcut iş gücünün eğitilebileceği belirtilmiştir.[1583] Öğretide de "İstihdamda YZ Uygulamaları" çerçevesine ihtiyaç olduğu yönünde görüşler ifade edilmektedir.[1584]

Bu açıklamalar ışığında mevcut iş gücü piyasalarını düzenleyen hukuki çerçevenin YZ'nin getirdiği dönüşüme ve bu dönüşümle gelecek olan riskleri yönetmeye hazır olup olmadığı, bu noktada iş gücü piyasalarının geçireceği geçici ya da kalıcı dönüşüm süreçlerinde işçi haklarının, istihdam süreçlerinin korunması için mevzuat değişikliğine gerek olup olmadığının tespit edilmesi için ilgili kamu kurumlarının koordinasyonunda bir etki analizinin ivedilikle yapılması ve bu çalışmalar doğrultusunda gerekli görülmesi halinde mevcut iş ve sosyal güvenlik hukuku düzenlemelerine yönelik mevzuat çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir.

Bununla bağlantılı olarak YZ'nin gelişimi ve yaygınlaşması amacıyla başvuruya açılan kamu kaynaklı proje, destek ve teşvik projelerinde iş gücü dönüşümüne dair süreçler bakımından hem farkındalık eğitimi veren hem de YZ ile sona erme ya da önemli ölçüde

---

[1581] 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1582] a.g.e.
[1583] 28 Ocak 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1584] Ozan Özparlak, Başak, "İstihdamda Yapay Zekâ", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025, s. 335.

insan gücüne bağlılığı azalma veya değişme ihtimali bulunan iş kolları mensupları bakımından yeni iş alanlarına hazırlık ve dönüşüm etkisi olan başvurulara öncelik verilmesi ya da bu alanlarda özel başvuruların açılması önerilmektedir.

4.4.3.7.2 Yapay Zekânın Olumsuz Etkilerine Karşı Çocuğun, Ailenin ve Toplumun Korunması

Gelişmiş YZ teknolojileri yakın zamana kadar tamamen insanların gerçekleştirdiği işlemleri gerçekleştirebilmekte ve özellikle içerik üretimi noktasında insan üretimi içeriklerden ayırt edilemeyecek nitelikte üretim gerçekleştirebilmektedir. Bu içerik üretim kalitesi aynı zamanda yazım tarzı ve hatta İngilizce tabirle "deepfake" olarak adlandırılan ses tonu ya da doğrudan görüntü veya video içerik yoluyla kimliklerin taklit edilmesine, insanların yanıltılmasına da imkân vermektedir.

YZ aynı zamanda öğrenme ve bilgiye erişim alışkanlıklarını da etkileyebilmektedir. Özellikle büyük dil modellerinin halüsinasyon riski bulunmasına rağmen her sorulan soruya kendinden emin bir tonla yanlış ya da gerçek dışı da olsa doğruymuş gibi cevap vermesi, her saniye erişilebilir ve ücretsiz bir "her şeyi bilen asistan" kimliğine bürünmesi, bu modellerin hatalı içerik üretebileceğine dair uyarı ve bildirimlerin genelde küçük puntolarla ve dikkat çekmeyecek şekilde konumlandırılması gibi sebeplerle büyük dil modellerinin verdiği cevaplara karşı kullanıcılarda cevabın doğru olduğu yönünde bir olumlu önyargı oluştuğu ve YZ çıktılarının doğruluğunun insan iletişimine nazaran daha az sorgulanarak doğru kabul edildiği görülmektedir. Bu durum özellikle X adlı platformda X tarafından geliştirilen ve platforma entegre şekilde kullanıcı talebine göre çıktı üretme kabiliyetine sahip Grok adlı dil modelinin X kullanıcıları tarafından bir gönderi içindeki referansların anlaşılması ya da vakaların teyidi için kaynak olarak kullanılmasında gözlemlenebilmektedir. Sorgulama mekanizması pasifize edilerek YZ çıktılarına dayanılmasının insan beyni ve düşünsel faaliyetleri üzerindeki etkileri ise henüz tam olarak bilinmemektedir. Henüz erken aşamada olmakla ve çalışmalar devam etmekle birlikte büyük dil modeli kullanımının bilişsel sorgulama kabiliyetini olumsuz etkilediğini gösteren araştırmalar mevcuttur.[1585]

YZ sadece objektif ölçek bakımından doğru olmayan ya da hiç var olmayan sözde bilgi veya vakalar üretmemekte, aynı zamanda objektif ölçülebilir olmayan ancak yoruma

[1585] Kosmyna, Nataliya ve Hauptmann, Eugene ve Yuan, Ye Tong ve Situ, Jessica ve Liao, Xian-Hao ve Beresnitzky, Ashly Vivian ve Braunstein, Iris ve Maes, Pattie, "Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task", arXiv, 2025, https://arxiv.org/abs/2506.08872 (Erişim Tarih: 27.07.2025).

açık hususlarda beslendiği veri setinde yer alan sosyokültürel veya tarihsel önyargıları da çıktılarına yansıtabilmektedir. Bu sebeple kullanılan dile, modelin geliştirildiği veri setinin niteliğine, sorunun türüne göre aynı dil modeli aynı konuda farklı cevaplar verebilmektedir.[1586] Bu durum özellikle yerleşik kültürel ve tarihsel önyargıların hedefinde yer alabilecek kadınların, çocukların veya herhangi başka bir gerekçeyle korunmaya ihtiyaç duyan bireylerin bu modelleri kullanırken olumsuz tecrübeler yaşama ihtimalini artırmaktadır. Ayrıca geleneksel öğrenme süreçlerinden geçmeden küçük yaşta yoğun kullanıma maruz kalma sebebiyle YZ'yi sorgulamaya gerek olmaksızın bir bilgi kaynağı olarak kaydetme riski altında bulunan çocukların sosyokültürel gelişimlerinin korunması ve özellikle siyasi, tarihi ya da kültürel anlatılar bakımından dezenformasyona maruz kalmalarının önlenmesi için adım atılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Komisyon'un 30.04.2025 tarihli toplantısında algoritmik ayrımcılığın önlenmesi için bir düzenleme olup olmadığı yönünde bir soru yöneltilmiştir.[1587] Mevcut çerçevede ayrımcılık yasağı temel insan hakları, iş hukuku gibi farklı bağlamlarda korumalara tabi tutulmakta ancak genel olarak mevzuatımızda algoritmik ayrımcılığa karşı spesifik bir düzenleme bulunmamaktadır. Diğer yandan küresel ölçekte başta DSA olmak üzere çevrim içi ortamlarda ya da platform işleyişlerinde algoritmik ayrımcılığa dair düzenlemeler bulunmaktadır. Bu doğrultuda YZ'nin önemli olumsuz sosyal etkilerinden biri olan ayrımcılığın önüne geçilmesi için de genel ilkeye dayalı düzenleme adımlarının çalışılması ve atılması önerilmektedir.

Bu açıklamalar ışığında YZ uygulamalarının başta çocuklar olmak üzere bireylerin bilişsel kapasiteleri üzerindeki etkileri analiz eden çalışmaların takip edilmesi ve kısa vadede çalışmaların olumsuz bilişsel etkileri işaret etmesi durumunda özellikle çocuklar bakımından teknolojinin engellenmesi için değil ancak bilişsel süreçlerde uzun vadede geri dönülemez sonuçların önlenmesi amacıyla ve bu alandaki bilimsel çalışmalar belirli bir netlik kazanana kadar kullanım kısıtlamaları ya da ek koruyucu önlemler getirilmesi önerilmektedir. Ayrıca üretken YZ çıktılarından kaynaklı sorumluluğa ilişkin yapılan öneriler saklı kalmak üzere üretken YZ'nin Türk siyasi, kültürel ve toplumsal tarihini doğru şekilde yansıtacak ve temsil edecek veriler kullanılarak geliştirilmesi veya mevcut geliştirilmiş model çıktılarının tekniğin bilinen durumunun izin verdiği ölçüde objektif filtrelerden geçirilerek belirli kullanıcı gruplarına ancak ondan sonra sunulması yönünde önlemler getirilmesi önerilmektedir. YZT

[1586] Güçlütürk, Osman Gazi, "Yapay zekâ statükocu mu?: ChatGPT'de cevaplar neye göre değişiyor?", Anadolu Ajansı Analiz, 22.12.2024, https://www.aa.com.tr/tr/analiz/yapay-zeka-statukocu-mu-chatgptde-cevaplar-neye-gore-degisiyor/3431367 (Erişim Tarihi: 27.07.2025).

[1587] 30 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

içinde yüksek riskli YZ sistemlerine dair veri yönetişimi teknik gerekliliği kapsamında ve buna ilişkin çıkarılacak standartta bu yönde gereklilikler düzenlenmiş olup YZT'nin Türk hukukuna aktarılması senaryosunda buradaki değerlendirmenin de uyumlu olması açısından birlikte yapılması önerilmektedir.

YZ'ye ilişkin atılacak tüm adımların ve yapılacak tüm hukuki düzenlemelerin düzgün çalışabilmesinin, istenen korumaların işlevsel hale gelebilmesinin ön şartı toplumun her kesiminde YZ farkındalığının oluşturulmasıdır. Daha önce değinildiği üzere bu yönde yapılacak olan kanuni düzenlemede net pozitif yükümlülüklere yer verilmelidir. YZ farkındalığının uzaktan, asenkron şekilde önceden ve tüm bireyler için ortak şekilde kaydedilmiş bir video ya da benzer bir tek düze öğretim aracıyla yeterli ölçüde sağlanması mümkün olmayabilecektir. Komisyon'a 08.04.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK sağlanması gereken farkındalığın etkisi bakımından kişilerin YZ'yi nasıl kullanacağının, tanıyacağının, sonuçlarının neler olduğunun ve yeni bir sistem ile karşılaşıldığında bilgilerin oraya nasıl transfer edileceğinin anlatılması ve anlaşılması gerektiğini belirtmiştir.[1588] Bu sonuçlara ulaşılması için verilmesi gereken eğitim de farklı yaş, meslek, eğitim gruplarına göre değişebilecektir. Bu doğrultuda YZ farkındalık eğitimleri her seviyedeki eğitim-öğretim programı müfredatlarına eklenmeli ancak bu geçiş ve alışma döneminde bulunan toplumun mevcut kitlesi için de farklı yaş ve meslek gruplarına hitaben özelleştirilmiş eğitimler ve farkındalık seminerleri, kullanım laboratuvarları düzenlenmelidir. Özellikle YZ'nin insanın yazım şeklini, sesini ve görüntüsünü taklit edebileceği ve bu surette kötü niyetli eylemlere dayanak teşkil edebileceği ve üretken YZ çıktılarının objektif ya da yoruma açık unsurlar bakımından hatalı ya da yanlı olabileceği yönünde toplumun ivedilikle eğitilmesi için kamu destekli önlemler alınması önerilmektedir.

4.4.3.8 Vergi Mevzuatında Yapay Zekâ Reformu

YZ'nin toplum ve ekonomi üzerindeki etkilerinin vergi araçlarıyla yönetilmesi yönünde Komisyon çalışmaları süresince bazı vergi mevzuatı araçları da gündeme gelmiştir. YZ ile üretilen değerin sosyal fonlara aktarılması gibi bazı kamu gelirlerini ve vergi mevzuatını ilgilendiren öneriler ileri sürülmüştür.[1589] YZ'nin kullanımını kolaylaştırmak ve yaygınlaştırmak için ise YZ sistemlerine erişimde uygulanan vergilerde belirli kişi grupları

[1588] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1589] 28 Ocak 2025 ve 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanakları, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

için kolaylaştırma önerileri ileri sürülmüştür.[1590]

Türkiye hâlihazırda YZ üreten değil takip eden ve kullanan konumundadır. Mevcut YZ donanım altyapıları da yazılım platformları da temelde yabancı kaynaklı olup döviz üzerinden fiyatlandırılmaktadır. Yazılım hizmetleri abonelik şeklinde kurgulandığından güncel YZ sistemlerinin kesintisiz kullanımı döviz odaklı aylık ödeme yapılmasını gerektirmektedir. Bu durum hâlihazırda öğrenciler ve genç girişimciler başta olmak üzere bu alanda çalışma yapabilecek dinamik iş gücünün YZ araç ve sistemlerine erişimini zorlaştırmaktadır. Buna ek olarak dijital hizmet vergisinin uygulamasıyla birlikte yurt dışı kaynaklı bu yazılım platformlarından yapılan hizmet alımlarında ek vergi yükü de kullanıcıya yüklenmektedir. Bu noktada özellikle genç öğrenci ve girişimcilerin de içinde bulunduğu belirli gruplara YZ destekli donanımlara ve yazılımlara erişimde uygulanan vergi bakımından istisna getiren düzenleme yapılması önerilmektedir.

4.4.3.8.1 Yapay Zekâ Girişimlerinin Desteklenmesi

YZ'nin gelişimi için bu alanda çalışan girişimlerin desteklenmesi gerekmektedir. YZ'yi halihazırda üreten devletlerde YZ'nin gelişimi kamu-özel sektör iş birliği içinde gerçekleşse de Türkiye YZ ekosisteminin henüz gelişme aşamasında olduğu ve bu alanda donanım ile işlemci gücüne erişim sıkıntısı yaşandığı da göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'de YZ girişimlerine yönelik devlet desteklerinin önem taşıdığı anlaşılmakta ve YZ girişimleri için teşviklerin sistematik şekilde artırılması önerilmektedir.

Teşviklerin sadece artırılması değil doğru noktalara yoğunlaştırılması da önemlidir. YZ ekosistemlerine bakıldığında yeni ve küçük girişimlerin büyük yapılara nazaran daha yenilikçi adımlar atabildiği ve teşvikler için daha uygun hedefler olabileceği görülmektedir. Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT bu konuyla ilgili olarak genç firmaların ve girişimcilerin bayrağı taşıdığını, kendilerini ispat edebilmek için daha radikal şeyler yapmaya çalıştıklarını ve daha büyük teknolojilerin altına imza atmaya çalıştıklarını; büyük firmaların ise böyle bir eğilimi bulunmadığını ve bu durumun teşviklerin dağılımı bakımından önemli bir unsur olduğunu ifade etmiştir.[1591] Kamu teşvik ve destekleri dağıtılırken yeni teknolojileri geliştirme, kullanma ve bu yönde gerekli adımları atma refleksleri olan girişimlerin seçilmesi ve bu destek ve teşviklerin geri dönüşlerinin takip edilmesi önerilmektedir.

[1590] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

[1591] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

4.4.3.8.2 Yapay Zekâ Donanım Altyapısının ve İşlemci Gücü Erişiminin Sağlanması

YZ'nin gelişimine ilişkin en önemli tartışmalardan biri YZ sistemlerinin geliştirilmesine imkân tanıyan fiziksel ve donanımsal altyapının üzerindeki kontrol seviyesidir. YZ alanında gerekli donanımı üretemeyen aktörlerin, uzun vadede bu donanımı üretebilen ya da gerekli donanım altyapısına daha kolay erişebilen aktörlere nazaran daha geride kalacağı öngörülmektedir. Diğer yandan YZ geliştirmek için gerekli altyapının kısa sürede sıfırdan oluşturulması hem bilgi transfer süreci hem de maliyet sebebiyle mümkün gözükmemektedir. Bu sebeple altyapı geliştirmeye ilişkin kısa-orta-uzun vadeli farklı politikalar geliştirilmesi, uzun vadeli özyeterlilik adımları için hazırlıklar yapılırken bir yandan da kısa ve orta vadede mevcut sistemlere erişimin kolaylaştırılması için adımların atılması önerilmektedir.

Kısa vadede YZ girişimcilerinin ve bu alanda çalışacak olan kişi ve kuruluşların mevcut YZ sistemlerine ve Türkiye'de hâlihazırda mevcut işlemci gücüne erişilebilirliğinin sağlanması için adımlar atılması önerilmektedir. Vergi mevzuatında yapılması önerilen istisna düzenlemeleri de bu erişimi kolaylaştırıcı faktörlerden biri olacaktır.

Uzun vadede ise Türkiye'nin altyapısını kendi üreten bir ülkeye dönüşümü için adımlar atılması ve bu alanda uzun vadeli planların çalışılması önerilmektedir. Benzer öneriler Komisyon toplantılarında çok kez ileri sürülmüştür. Komsiyon'a 18.02.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Yapay Zekâ Politikaları Derneği Başkanı Zafer KÜÇÜKŞABANOĞLU yonga (çip) üretimi için bir yol haritasının çizilmesi ve bu alanda yatırım ve planlama yapılması gerektiğini belirtmiştir.[1592] Yine Komisyon'a 15.04.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Deloitte Türkiye Mühendislik, Yapay Zekâ ve Veri Hizmetlerinden Sorumlu Şirket Ortağı Barış YENİDÜNYA YZ'yi desteklemek için süper bilgisayarlara, işlemci gücüne, CPU'lara yatırım yapılmasını önermiştir.[1593] Bu doğrultuda Türkiye'nin uzun vadeli YZ donanım altyapısı yol haritasının hazırlanması ve gerekli mevzuat çalışmalarına dair de bir etki analizi yürütülmesi önerilmektedir.

YZ'ye ilişkin donanım altyapısı geliştirilirken bunun enerji ve çevre bakımından etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. YZ hem geliştirmesi hem kullanması hem de gerekli veri setlerinin depolanması bakımından enerji ihtiyacı yüksek bir teknolojidir. Bu doğrultuda bir kapasite çalışması yapılması ve YZ'den elde edilecek verim ile bu teknolojinin

[1592] Zafer Küçükşabanoğlu'nun 18 Şubat 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**
[1593] Barış Yenidünya'nın 15 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

geliştirilmesinin ve kullanılmasının enerji bakımından ve çevreye olumsuz etkileri arasında bir denge kurularak gerekli görülürse mevzuat çalışması yapılması önerilmektedir.

4.4.3.8.3 Yapay Zekâ Yetkinliği Yüksek İnsan Kaynağının Oluşturulması

YZ alanında en önemli noktalardan biri de YZ konusunda yetkin insan kaynağının oluşturulmasının ve ülkede tutulmasının sağlanmasıdır. Her ne kadar YZ'nin yayılımı küresel teknoloji şirketleri aracılığıyla gerçekleşse de YZ'deki temel atılımların üniversitelerdeki araştırmalar ile gerçekleştiği, sektördeki yansımaların da üniversite çalışmalarından beslendiği görülmektedir. Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT YZ alanındaki yayın ve patent çıktılarının %80'inin akademiden geldiğini ve üniversitelerin YZ atılımında öncü bir rol oynadığını ifade etmiş ve öncelikle Türkiye'deki üniversitelerin çok güçlü olması gerektiğini ve daha sonra iş dünyasıyla sinerji yaratılması gerektiğini vurgulamıştır.[1594] Bu doğrultuda üniversitelerin bu alanda gerekli araştırmaları yapabilmeleri ve kaliteli insan kaynağı yetiştirebilmeleri için mekanizmaların kurulması, bunu engelleyen hukuki düzenlemelerin de kaldırılması ya da değiştirilmesi önerilmektedir.

Türkiye'de özellikle üniversiteler ile sektör arasındaki iş birliği ve sinerjinin oluşturulmasında bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Türkiye'deki devlet üniversitelerinde çalışan öğretim üyeleri hukuki statü itibariyle 2547 sayılı Yükseköğretim Kanunu ile 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu'na tabidir. 2547 sayılı Kanun'da bu yönde özel bir düzenleme bulunmadığından 657 sayılı Kanun m. 28'de düzenlenen ticaret yapma yasağı öğretim üyeleri için de aynen uygulanmaktadır. Uygulamada bu durumu devlet üniversitelerinde görev yapmakta olan öğretim üyelerinin şirket kurmak ve bu şirket üzerinden faaliyet göstermek suretiyle dengelemeye çalıştıkları görülmektedir. Bununla birlikte devlet memurlarının şirketlerde alabileceği pozisyonlara dair de kısıtlar bulunmaktadır. 2547 sayılı Kanun üniversite-sanayi iş birliğini teşvik eden istisnai mekanizmalar öngörmektedir. Ancak bu mekanizmalar da sadece belirli bölgelerde ve belirli hukuki çerçeveye tabi girişimler bakımından uygulanmaktadır. Ayrıca bazı bilim dalları bakımından ilgili meslek kanunlarında ayrıca kısıtlayıcı düzenlemeler olduğu görülmektedir.

Yukarıda bahsi geçen iş birliği dostu olmayan yaklaşımla ilgili olarak Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT bu kadar kısıtlayıcı bir çerçeveye rağmen akademisyenler

[1594] Prof. Dr. Ufuk Akçiğit'in 18 Mart 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

özel sektörle proje yaptığı zaman bunun olumsuz bir davranışmış gibi algılandığını ifade etmiştir.[1595] Ayrıca, yurt dışında üniversitelerin maddi açıdan iyi durumda olduğunu, ABD gibi ülkelerde bile üniversitelerin sektörle yarışamadıkları için yetenekleri tutmak adına konsorsiyum kurmak gibi ek yöntemler oluşturma yoluna gittiklerini belirtmiştir.[1596]

Mevcut hukuki çerçeve ve sektör iş birliğine bakış açısı, sektöre temas etmek ve uzman olduğu alanda iş yapmak isteyen öğretim üyelerinin akademide uzun vadede barınmasını zorlaştırmakta, öğretim üyelerini sektörden uzak durmaya veya mevcut kısıtları dolanacak mekanizmalar aramaya itmektedir. Hem devlet üniversitelerindeki öğretim üyelerinin sektörle iş birliğine girmesini kolaylaştıracak hem de genel olarak akademideki sektör iş birliğinin akademik açıdan istenmeyen bir şey olduğuna dair yerleşik önyargıyı ortadan kaldıracak ve akademisyenlerin uzman oldukları alanlarda aynı zamanda sektöre dokunabilmelerini sağlayacak bir mevzuat çalışmasının yapılması önerilmektedir.

YZ alanında yetişmiş ve yetkin insan gücü küresel ölçekte az olup bu iş gücüne talep de oldukça yüksektir. Bu itibarla gereken hukuki çerçevenin kurulması yetmeyecek, aynı zamanda bu kişilerin çalışmalarını sürüdürülebilir şekilde sürdürecek mali imkânlar da bilahare sağlanmalıdır. Böylece YZ alanında yetkin öğretim üyelerinin uzun vadede sürdürülebilir şekilde istihdamı mümkün olacaktır.

Bu açıklamalar ışığında Türkiye'de devlet üniversitelerinde YZ alanında çalışan yetkin öğretim üyelerinin uzun vadeli olarak istihdam edilebilmesi için teşvik edici gelir modellerinin ve ekonomik mekanizmaların oluşturulması önerilmektedir. YZ'nin gelişimine katkı sağlayabilecek çalışmalar yürütecek öğretim üyelerinin ve mevcut çalışmaların objektif ve ölçülebilir metrikler aracılığıyla tespit edilmesi ve bu kişilere ve çalışmalara ekonomik teşvikler sağlanması önerilmektedir.

YZ alanındaki insan kaynağının daha geniş ve genç kısmını ise bu alandaki yüksek lisans ve doktora öğrencileri oluşturmaktadır. Yüksek lisans ve doktora seviyesinde öğrencilere YÖK, KYK, TÜBİTAK gibi farklı kurumlardan burs destekleri verilmekte ise de bu destekler yeterli olamayabilmektedir. Özellikle YZ alanında çalışma yürüten yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin burslarının objektif ve ölçülebilir metriklere göre puanlanarak artırılması ve bu alanda hem Türkiye'den dünyadaki rakipleriyle yarışabilecek yeteneklerin çıkarılması hem de dünyadan yeteneklerin Türkiye'ye çekilmesi amaçlanmalıdır.

YZ alanında kaliteli iş gücünün yetiştirilmesi ancak uluslararası gelişmeleri takip

[1595] a.g.e.
[1596] a.g.e

etmekle, uluslararası araştırma ağlarının parçası olmakla mümkün olmaktadır. Üniversitelerde yurt dışı ile entegre çalışmaların teşvik edilmesi ve akademisyeni nicelik odaklı şekilde çok sayıda üretim yapmaya zorlayan anlayıştan az ama nitelikli, uluslararası alanda etkili yayın yapmaya ve çıktı üretmeye yönelik bir anlayışa geçilmelidir. Komisyon'a 18.03.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Chicago Üniversitesi Ekonomi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ufuk AKÇİĞİT bu hususla ilgili olarak üniversitelerde veri paylaşım ve koruma ofisleri kurulmasını ve hukuk birimlerinin yabancı dil yetkinliği yüksek uzmanlarla güçlendirilmesini önermiştir.[1597]

Bu açıklamalar ışığında kısa vadede yabancı dil yetkinliği, araştırma kapasitesi ve uluslararası itibar bakımından objektif kriterler belirlenerek bu kriterlere göre üniversitelere YZ uzmanlaşması alanında destek sağlanacak bir yol açılmalı; bu pilot çalışma kapsamında uzmanlık geliştiren üniversitelerin bu alandaki bilgi ve çıktılarını YZ alanındaki bilgi birikimi ve tecrübenin yayılabilmesi için diğer üniversitelerle orta-uzun vadede paylaşması zorunlu tutulmalıdır. YZ'ye ilişkin çalışma ve bilgi birikiminin tüm Türkiye'ye etkin şekilde yayılması nihai amaç olarak düşünülmelidir. Ancak kısa vadede YZ alanında yüksek kaliteli ders verme, yayın yapma, Ar-Ge çalışmalarına katılma kapasitesi personel ve kaynak bakımından sınırlı olduğundan ve YZ alanında katma değer yaratan çalışmaların yapılması için hem insan kaynağının hem de teknik kaynakların etkin kullanılması gerektiğinden kümelenme önerilmektedir. Başta pilot çalışma kapsamında kurulacak uzmanlaşma mekanizmasının ve bu kapsamda verilecek desteklerin YZ alanında az sayıda üniversitenin bir tekel oluşturmasına izin vermeyecek ve tüm üniversitelere açık olmasını temin edecek hukuki altyapı ve korumaların getirilmesinin bu noktada elzem olduğu değerlendirilmektedir. Yine aynı etkinlik kaygısı sebebiyle mevcut yükseköğretim mevzuatından ve bu alandaki ikincil düzenleme ve uygulamalardan kaynaklanan ve sektördeki uzmanların akademik süreçlere ders vererek ya da danışmanlık yaparak katılmasının önündeki engeller kaldırılmalı, özellikle YZ alanındaki derslerde sektör uzmanlarının birikimlerinin üniversite-sektör iş birliği kapsamında yetişmekte olan iş gücüne aktarılmasının önü açılmalıdır. Hâlihazırda lisansüstü programlarda doktora derecesine sahip olmayan sektör uzmanlarının ders verememesinin özellikle yüksek lisans seviyesindeki uzmanlaşma kapasitesine ve uygulamalı eğitimlere olumsuz etki ettiği görülmektedir.

YZ'nin her seviyede eğitim-öğretim kurumlarında yaygınlaştırılmasında niteliğin niceliğe göre önceliklendirilmesine ayrıca önem verilmelidir. Ülkemizde genç mezun fazladır

[1597] a.g.e.

ve her sene temel bilimler alanında çok sayıda mezun verilmektedir. Bu husus ancak doğru bir eğitim süreciyle insan kaynağını nitelikli hale getirme adımları atılırsa YZ açısından bir avantaj olarak değerlendirilebilecektir. Bu sebeple YZ eğitim-öğretimine erişim özellikle liselerde ve üniversitelerde lisans seviyesinde eğitimlerle yatayda olabildiğince yaygınlaştırılmalıdır. Ancak bu noktada eğitim kalitesinin belirlenecek objektif kriterlere göre yüksek tutulması oldukça önemlidir. Hâlihazırda ülkemizde temel bilimler alanında verilen mezunların önemli bir kısmının YZ alanında değer üretecek ya da dönüştürücü etki yaratabilecek farkındalık ve bilgi kapasitesine sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Genç nüfusun doğru şekilde kanalize edilebilmesi ve yönlendirilebilmesi için YZ eğitimlerinin, derslerinin, farkındalık çalışma ve atölyelerinin yaygınlaştırılması da bu sebeple önemlidir. Diğer yandan bu yönde atılacak adımların nitelik bakımından yeterli olmayan, YZ alanında eğitim almış ancak uzmanlaşamamış ve YZ'yi anlayamayan ya da kullanamayan kalabalıkların oluşmasına sebep olmasının önüne geçmek için de gerekli kontrol ve ölçüm mekanizmalarının öngörülmesi ve bunların kurumlararası değişiklik göstermeyen, keyfiyet taşımayan, objektif ve uluslararası metriklere dayalı olması önerilmektedir.

Bu alanda şu ana kadar bahsi geçen önerilerin büyük bir kısmı doğrudan mevzuat değişikliği gerektirmemekte veya ikincil düzenlemelere ya da kurumsal uygulamalara yönelik değişiklikler içermektedir. Ancak anılan hususlar Türk akademisinde yerleşik kültüre ve şu zamana kadar alışılagelmiş çalışma düzenine yeni olduğundan ve teşvik aşamasında kamu kaynaklarına erişimi gerektirdiğinden bu önerilerin hukuki bağlayıcılığı olan ve objektif, ölçülebilir metriklere atıf yapan enstrümanlarla uygulanması ve takip edilmesi önerilmektedir. Komisyon'a 08.04.2025 tarihli toplantıda bilgi veren Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Osman Gazi GÜÇLÜTÜRK üniversitelerde şu an YZ etrafındaki heyecan ve ilgi yüzünden içeriği güncel olmayan, nitelik bakımından yetersiz, nicelik bakımından ise genelde atama ya da teşvik kriterlerine odaklanan yoğun bir çalışma dalgası olduğunu, mevcut sistemde niteliğe odaklanmak ve akademisyenleri nitelikli çalışma yapmaya yönlendirmek için teşvik edici unsurların bulunmadığını ifade etmiştir.[1598] Bu doğrultuda atama yükseltme, başarı, ödül ve teşvik kriterlerinde nicelikten çok niteliği önceliklendiren, yabancı dilde ve uluslararası nitelikte çalışmaları teşvik eden ve nitelikli çalışmaların ödüllendirildiği bir mekanizma kurulması için çalışmalar yapılması önerilmektedir.

[1598] Dr. Osman Gazi Güçlütürk'ün 8 Nisan 2025 tarihli Dinleme Tutanağı, **TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.**

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 GENEL DEĞERLENDİRME

Türkiye, YZ alanında sahip olduğu genç nüfus, stratejik coğrafi konum, güçlü üniversite altyapısı ve savunma sanayi birikimi sayesinde küresel ölçekte öncü olma potansiyeline sahiptir. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla kullanılabilmesi için YZ'nin getirdiği dönüşüm potansiyelini, avantajları ve riskleri dikkate alan, bütüncül ve uzun vadeli bir ulusal yol haritası oluşturulması, YZ alanında topyekûn bir farkındalık ve eğitim hareketinin başlatılması hem kamunun hem özel sektörün bu doğrultuda bazı adımlar atması ve hukuki çerçevenin YZ'nin insan odaklı ve demokrasinin değerlerine uygun şekilde gelişmesinin önünü açacak şekilde güncellenmesi gereklidir. Türkiye YZ alanında; insan odaklı, etik ve güvenilir teknolojiler ile küresel rekabette öncü, bölgesel bir inovasyon merkezi haline gelerek, müreffeh bir gelecek için çevik ve sürdürülebilir bir YZ ekosistemi inşa etmeyi hedeflemelidir.

YZ, günümüzün en dönüştürücü teknolojilerinden biri olarak küresel çapta ekonomik ve sosyal yapıyı yeniden şekillendirmektedir. Rapor, Türkiye'nin YZ alanındaki mevcut durumunu, potansiyelini ve karşılaştığı zorlukları sistematik bir biçimde incelemektedir. Bu doğrultuda Raporun önceki bölümlerinde, genel stratejik bağlamın yanı sıra sağlık, eğitim, tarım, finans ve endüstriyel uygulamalar gibi kilit sektörler özelinde değerlendirmeler yapılmış ve Türkiye'nin sahip olduğu başlıca güçlü yönler, karşı karşıya olduğu zayıf yönler, değerlendirmesi gereken fırsatlar ve bertaraf etmesi gereken tehditler analiz edilmiştir. Raporun bu bölümünde ise daha önceki bölümlerde yapılan değerlendirmeler ışığında, Türkiye'nin YZ potansiyelini tam anlamıyla kullanabilmesi için öneriler sunulmaktadır.

Bu bölümde yer alan öneriler, Türkiye'nin YZ ekosistemini değerlendirmek için sistematik bir inceleme ve çok boyutlu görüşmeler, komisyon toplantıları, kamu, özel sektör, akademi, uzman görüşmeleri ve anket uygulamaları yapılarak elde edilen verilerin analiz edilmesi yaklaşımı ile oluşturulmuştur. Veri toplama ve analiz süreci, mevcut kamu politikaları, akademik altyapı, sektörel kapasite ve insan kaynağı gibi temel parametreler üzerinden yürütülmüştür. Analiz, UYZS, TÜBİTAK Yapay Zekâ Çağrı Programları, OECD AI Policy Observatory- Turkey Profile ve Dünya Ekonomi Forumu küresel YZ indeks raporları gibi çeşitli resmî belge ve uluslararası raporlardan elde edilen bilgileri temel

almıştır. Değerlendirmeler, ilgili literatür ve uzman görüşleri bağlamında Türkiye'nin YZ alanındaki mevcut durumunun tespiti niteliğindedir.

Güçlü Yönler

Türkiye, YZ alanında da stratejik ülke konumunu destekleyen çeşitli avantajlara sahiptir. Genç ve eğitimli nüfus, bu avantajların başında gelmektedir. Her yıl on binlerce gencin üniversitelerin teknik bölümlerinden mezun olup iş hayatına katılımı, YZ odaklı sektörlerin nitelikli insan kaynağına erişimini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte, üniversite ve araştırma merkezlerinde kurulan YZ laboratuvarları ile disiplinler arası araştırma iş birlikleri, akademik altyapının güçlü yönlerini oluşturmaktadır. Ayrıca, UYZS, kamu, üniversite ve sanayi arasında etkileşimli bir yol haritası sunarak YZ ekosisteminin gelişimini desteklemektedir. TÜBİTAK, KOSGEB ve kalkınma ajansları aracılığıyla sağlanan yüksek oranlı fonlar; gümrük vergisi ve katma değer vergisi muafiyetleri, vergi indirimleri, teknopark teşvikleri ve veri merkezi yatırımlarına yönelik yer tahsisi desteği gibi uygulamalarla birleşerek, sektörel yatırımları hızlandırmaktadır. Türkiye'nin Avrupa ve Asya arasında köprü niteliğindeki stratejik konumu ve nispeten düşük maliyetli, yüksek nitelikli iş gücü kapasitesi de küresel ölçekte rekabet avantajı sunmaktadır.

Türkiye'nin bazı alanlarda öncü rol oynama potansiyeli diğer alanlara nazaran daha yüksektir. Bu alanlardan ilki sağlıktır. Bu alanda güçlü bir araştırma ve araştırmacı birikimi vardır. Dijital veri altyapısı açısından e-Nabız, SBYS, MEDULA ve HIMSS EMRAM Seviye 6–7 gibi sistemler, geniş bir dijital veri tabanı oluşturarak tanı, tedavi, görüntüleme, reçete, genetik ve laboratuvar verilerini kapsamaktadır. Bu zengin veri ekosistemi, YZ modellerinin eğitimi için eşsiz bir havuz sunmaktadır. Merkezi sağlık hizmeti yapısı, YZ entegrasyonunu kolaylaştırırken, MR, BT ve PET/CT cihazlarının yaygın kullanımı ile biyobelirteç analizleri, radyogenomik uygulamalarını desteklemektedir. KETEM merkezlerinin yaygınlığı, YZ tabanlı tarama sistemleri için önemli bir fırsat oluşturmaktadır. Ayrıca CDA, HL7 ve SNOMED gibi uluslararası çalışabilirlik standartları ile veri uyumunun sağlanması, Türkiye'nin küresel standartlara entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır.

Güçlü olunan diğer bir alan eğitimdir. Eğitim alanında Türkiye'nin genç demografik yapısı önemli bir avantajdır. Nüfusun %15'inden fazlasını oluşturan 15–24 yaş grubu, dijital teknolojilere hızlı adaptasyon potansiyeli taşımaktadır. Üniversitelerde açılan lisansüstü YZ ve veri bilimi programları artış göstermekte, ayrıca ön lisans ve lisans düzeyinde yeni programlar eklenmektedir. TÜBİTAK'ın 2244 Sanayi Doktora Programı ile YÖK ve MEB'in bursları, YZ alanında uzman yetiştirilmesini hedefleyen araştırma odaklı destekler sunmaktadır. Pandemi sürecinde hızlanan dijitalleşme, EBA ve hibrit öğrenme modelleriyle

eğitim altyapısını dönüştürmüş; erken yaşta kodlama ve STEM eğitimleri ise Millî Eğitim Bakanlığı tarafından ilköğretim ve ortaöğretim düzeyine dahil edilmiştir.

Önde gelen bir diğer alan olan tarımın ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olması YZ çalışmalarını bu alanda da desteklemiştir. Avrupa'nın en geniş tarım arazilerinden birine sahip olması, veri tabanlı uygulamaların geliştirilmesi için büyük ölçekli saha avantajı sağlamaktadır. Dijital platformlar aracılığıyla (TARBİL, e-Tarım ve Çiftçi Kayıt Sistemi vb.) düzenli olarak veri toplanmakta, bu veriler analitik modellerin geliştirilmesine katkı sunmaktadır. Ayrıca, KOBİ'ler ve girişim ekosistemi, sahada prototipleme ve YZ tabanlı çözümler geliştirme potansiyeli taşımaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı destekleri, TÜBİTAK projeleri ve kalkınma ajanslarının fonları ile tarım-YZ kesişimindeki projeler hız kazanmaktadır.

Türkiye'nin savunma sanayisi de YZ uygulamalarında güçlü bir temel sunmaktadır. ASELSAN, HAVELSAN ve TUSAŞ gibi kurumlar, otonom sistemler, hedef saptama ve sensör füzyonu alanlarında YZ tabanlı çözümler geliştirmektedir. Yerli otonom sistemlerin kara, hava ve deniz platformlarında test edilmesi, YZ'nin operasyonel kapasitesini artırmaktadır. Organize sanayi bölgelerinde Sanayi 4.0'la uyumlu üretim süreçleri, kalite kontrol, kestirimci bakım ve optimizasyon sistemleri yaygınlaşmaktadır. FPGA, DSP ve ARM tabanlı yerli mikroelektronik sistemlerin geliştirilmesi, özellikle YZ destekli görüntüleme teknolojilerinde önemli bir avantaj sunmaktadır. Kritik yazılımlar için siber güvenlik test ortamlarının oluşturulması, güvenilir sistemlerin geliştirilmesini desteklemektedir. Ayrıca, makine, otomotiv, kimya ve tekstil gibi alanlarda YZ tabanlı çözümler giderek daha fazla benimsenmektedir. SAHA İstanbul ve SAYZEK gibi kümelenmeler, sektörde iş birliği ve sinerji yaratmaktadır.

Zayıf Yönler

Türkiye'nin güçlü yönlerinin yanında YZ ekosisteminde karşı karşıya olduğu, tedbirler alarak güçlendirmesi gereken zayıf yönleri de mevcuttur. Bunlar kısaca veri erişimindeki kısıtlamalar, insan kaynağı eksiklikleri, dijital altyapı yetersizlikleri ve mevzuata dayalı engeller şeklinde özetlenebilir. Kamusal veri setlerine erişim; güvenlik, mahremiyet, anonimleştirme, etik ve bürokratik engeller nedeniyle sınırlıdır. Bu durum, araştırmacıların büyük ölçekli YZ modellerini geliştirmesini zorlaştırmaktadır. Türkiye her sene temel bilimler alanında çok sayıda genç mezun vermesine rağmen bu mezunların genel bilimsel yetkinlik ve özellikle de YZ teori ve algoritmaları konusundaki yetkinliği noktasında önemli eksiklikler göze çarpmaktadır. YZ alanında üniversite ile sanayi arasındaki iş birliği de yeterince güçlü değildir. Akademik projelerin ticarileşme süreci oldukça sınırlı kalmakta, bu

nedenle geliştirilen çözümler ya dar kapsamlı alanlarda kalmakta ya da hiç uygulamaya geçmemektedir. Ayrıca, YZ kütüphanelerinin, servislerinin ve API tabanlı çözümlerinin kullanımının yaygınlaşmasına rağmen teori, algoritma geliştirme ve temel YZ araştırmalarında yer alan uzman sayısı oldukça azdır. Üstelik bu alandaki insan gücüne talebin yüksek olması ve kamunun ya da üniversitelerin ücret kısıtları gibi ekonomik faktörler başta olmak üzere çeşitli sebeplerle beyin göçü de hızlanmaktadır. Erken aşama girişimler finansal kaynak bulmakta zorluk yaşamakta; yerli model geliştirme yerine dışa bağımlı hazır çözümler tercih edilmektedir.

Veri paylaşımı kısıtları ve açık veri eksikliği nedeniyle güçlü araştırmacı ve veri altyapısına rağmen sağlık sektörü, araştırmalar açısından kısıtlı bir alan olarak öne çıkmaktadır. Kamu hastanelerinde dijital veriler büyük oranda araştırmacılara kapalıdır. Mahremiyet ve güvenlik gerekçeleriyle getirilen korumalar önemli olmakla birlikte bu alandaki veri paylaşımının kişilerin mahremiyetini ve verileri üzerindeki haklarını olumsuz etkilemeden inovasyona ve çağın gereklerine açık yorum ve uygulamalarla esnetilmesi; sistematik, kontrollü ve anonimleştirilmiş veri paylaşımı ile aşılması gerekmektedir. Ayrıca, KVKK çerçeve niteliğinde ve YZ uygulamalarını engellemeyen bir kanun olmakla birlikte katı uygulamalar ve yanlış yorumlamalar araştırma süreçlerini yavaşlatabilmektedir. Veriye dair hukuki çerçevenin YZ çağının gereklerine göre uygulanabilmesi için Kişisel Verileri Koruma Kurumu'nun bu alandaki çalışmaları desteklenmeli, esnek uygulamalar getirilmeli ve bazı alanlarda ise veri koruma mevzuatı güncellenmelidir. Klinik ve idari personel arasında YZ okuryazarlığı eksikliği bulunmakta olup bu eksiklik eğitim programları ile giderilmelidir. Veri kalitesi ve eksik/hatalı kayıtlar YZ modellerinin başarısını düşürmektedir. Klinik karar destek sistemlerinin mevcut elektronik sağlık kayıtları ile entegrasyonu sınırlıdır. Akademik prototiplerin ticarileşmesi ve belgelendirilmesi oldukça zayıf; ürün tescil ve onay süreçleri uzun ve maliyetlidir. Ayrıca, yüksek işlem kapasiteli donanım ve bulut altyapısı yeterli görünmemektedir. Bu durum, özellikle verinin bulunduğu yerde işlenmesi gereken sağlık sektöründe kritik bir sorun oluşturmaktadır.

Eğitim alanında, YZ temelli müfredat eksikliği dikkat çekmektedir. Birçok programda güncel YZ içerikleri yeterince yer almamakta, uygulamalı eğitim olanakları kısıtlı kalmaktadır. Üniversitelerde YZ programlarında yer alan uygulamalı dersler veya derslerin uygulama saatleri minimum seviyede yer almaktadır. Öğretim üyelerinin ders yükü hesaplanmasında ve derslerin ücretlendirilmesinde Teori Pratik ayrımının giderilmesi için YÖK tarafından düzenlemeler yapılmalıdır. YZ uzmanları özel sektörde daha yüksek ücretler ile istihdam edilmekte ve iş bulabilmektedir. Hatta yabancı dil yeterliliği olan uzmanlar

uzaktan çalışma ile veya beyin göçü ile yurt dışındaki firmalarda çalışabilmektedir. Bu da YZ alanında çalışacak yetişmiş insan gücünün ülke içinde azalmasına neden olmaktadır. Üniversitelerde YZ alanında çalışan araştırma görevlileri için ayrı bir teşvik mekanizmasının olmaması akademide yer alan yetkin uzman sayısını sınırlamaktadır. Dolayısıyla ilerleyen yıllarda YZ alanında ihtiyaç duyulacak akademisyenlerin bulunmasında ciddi sorunlar yaşanması muhtemeldir. Bu durum, özellikle algoritma geliştirme ve ileri YZ eğitimi konularında çalışan araştırmacıların sayısını etkileyecektir. YÖK özellikle YZ ve veri bilimi alanında çalışacak yetkin kişilerin akademik kadrolarda olabilmesini sağlamak adına teşvik mekanizmaları geliştirmeli, gerekli tedbirleri almalıdır. Nitelikli akademisyenlerin -özellikle yurt dışında bulunan akademisyenlerin- uzaktan Türkiye'de çalışabilmelerine olanak sağlanmalıdır. Lise seviyesinde YZ eğitimi yaygın değildir ve öğretmenlerin YZ alanındaki yeterlilikleri sınırlıdır. Türkiye, uluslararası YZ projelerinde yeterli temsile sahip değildir. Ayrıca, kadınlar ve dezavantajlı grupların STEM alanına katılımı düşük seviyededir. Girişimcilik kültürü zayıf kalmakta olup, ürünleştirme ve ticarileştirme yeterli düzeyde değildir. Hem akademisyenlerin hem de öğretmenlerin yetkinliklerini artıracak eğitimler, kurslar düzenlenmelidir.

Daha önce de belirtildiği üzere, Türkiye'nin stratejik bir alan olan tarımda güçlü yönlerinin yanında geliştirilmesi gereken zayıf yönleri de vardır. Tarımda YZ çağrılarına gelen proje öneri sayısı, diğer sektörlere kıyasla düşük kalmaktadır. Bunun temel nedenlerinden biri dijitalleşme eksikliğidir. Tarımsal veri heterojen biçimde toplanmakta ve işlenmektedir; bu da standardizasyon sorunlarına yol açmaktadır. Tarımın küçük ölçekli yapısı, teknoloji yatırımlarında ölçek ekonomisinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Çiftçilerin büyük kısmı dijital sistemlere aşina değildir ve tarım-YZ kesişiminde uzmanlaşmış insan kaynağı sınırlıdır. Veri paylaşımı hukuki çerçeve veya kurumsal kültür gibi sebeplerle mümkün olmamakta, yatırım yetersizlikleri küçük çiftçilerin YZ teknolojilerine erişimini zorlaştırmaktadır. Pilot uygulamalar genellikle sahaya yayılamamakta, prototipler laboratuvar seviyesinde kalmaktadır.

Sanayi ve endüstride, donanım ve yazılım bileşenlerinde dışa bağımlılık sürmektedir. Standardizasyon eksiklikleri, kalite ve güvenlik protokollerinin tam anlamıyla oturmamasına yol açmaktadır. KOBİ'lerin YZ dönüşümüne uyumu zayıf kalmakta; heterojen entegrasyon sorunları yaşanmaktadır. Uzman istihdamında güçlükler yaşanmakta, bu durum beyin göçünü artırmaktadır. YZ çözümleri için güvenilir test ve deney ortamlarının eksikliği, prototiplerin olgunlaşmasını zorlaştırmaktadır. Küresel krizler donanım tedarik zincirini kırılgan hâle getirmekte, üretim süreçlerini aksatmaktadır. Ayrıca, güvenlik gerekçeleriyle büyük ölçekli

YZ modelleri doğrudan kod geliştirme veya sistem tasarımında kullanılmamakta; çevrimiçi çözümler yeni yeni geliştirilmektedir.

Fırsatlar

Türkiye bu güçlü ve zayıf yanlar göz önünde bulundurularak YZ'ye yaklaşmalı ve YZ'nin getirdiği fırsatlardan yararlanmalıdır. Yine belirli alanlarda Türkiye, küresel YZ ekosisteminde güçlü bir potansiyeli harekete geçirebilecek fırsatlara sahiptir. Kamu dijitalleşme atılımı kapsamında geliştirilen e-Devlet ve e-Nabız gibi platformlar, YZ entegrasyonuna uygun geniş bir veri potansiyeli sunmaktadır. Savunma, finans ve sağlık gibi stratejik sektörlerde ASELSAN, HAVELSAN, TÜBİTAK gibi kurumlar aracılığıyla YZ tabanlı uygulama alanları oluşturulmaktadır. Ayrıca Türkiye, Horizon Europe gibi uluslararası fon programları aracılığıyla finansman kaynaklarına erişim sağlayabilmektedir. Lojistik, tarım ve medikal görüntüleme gibi rekabetin görece sınırlı olduğu alanlar, Türkiye için önemli bir gelişim fırsatı sunmaktadır. Yükseköğretimde YZ yüksek lisans ve doktora programlarının artması da nitelikli insan kaynağı yetiştirilmesi açısından önemli bir avantaj olup objektif ve uluslararası kriterlerle paralel kalite ve yetkinlik ölçeklerinin getirilmesi bu avantajın somut değere dönüşmesi için önem taşımaktadır.

Sağlık sektöründe dijitalleşmiş veri altyapısı, YZ uygulamaları için önemli bir fırsat alanı oluşturmaktadır. e-Nabız, SBYS ve MEDULA gibi sistemler geniş bir sağlık kaydı potansiyeli barındırmakta, Sağlık Bakanlığı'nın merkezi yönetim yapısı ise YZ entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Kamu ve üniversite hastaneleri, YZ destekli klinik karar sistemlerinin test edilmesi ve doğrulanması için uygun ortamlar sunmaktadır. BT, MR ve ultrason cihazlarının yaygınlığı, görüntü işleme tabanlı YZ çözümleri için güçlü bir zemin oluşturmaktadır. COVID-19 pandemisi sonrası artan dijital sağlık farkındalığı, YZ uygulamalarının kabulünü hızlandırmıştır. TÜBİTAK, Sağlık Bakanlığı ve KOSGEB gibi kurumlar, sağlık ve YZ ekseninde Ar-Ge destekleri sunmakta; bu da yerli sağlık teknolojilerinin ticarileşmesi ve ihracata açılması için fırsatlar yaratmaktadır. Türkiye'nin etnik açıdan çeşitlilik içeren popülasyonu, nadir hastalıkların genetik risk modellemesi açısından özgün bir veri kaynağı sunmaktadır. Ayrıca, YZ tabanlı ön tarama ve telekonsültasyon sistemleri, kırsal bölgelerde sağlık hizmetine erişimi kolaylaştırabilecek kapsayıcı çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Moleküler tanı, genomik veriler ve tıbbi görüntüler arasındaki korelasyonların YZ ile analiz edilmesi, kişiselleştirilmiş tıp ve radyogenomik uygulamaları için büyük bir fırsat yaratmaktadır. Küresel eğilimler de bu alanı desteklemektedir.

Eğitim alanında başta genç ve dijital odaklı nüfus önemli bir fırsat sunmaktadır. Millî

Eğitim Bakanlığı ve YÖK tarafından yürütülen politikalar, YZ tabanlı öğrenme analitikleri, bireyselleştirilmiş eğitim ve kodlama becerilerine yönelik stratejik planlar ile desteklenmelidir. Kodlama ve robotik derslerinin ilkokuldan itibaren müfredata entegre edilmesi, STEM eğitiminin kurumsallaşmasını sağlamaktadır. EBA ve FATİH Projesi gibi dijital altyapılar, YZ destekli öğrenme çözümleri için güçlü bir temel sunmaktadır. Üniversitelerde mühendislik, eğitim, sağlık ve sosyal bilimler gibi farklı disiplinlerde YZ ile kesişen lisansüstü programların yaygınlaşması, insan kaynağı kapasitesini artıracaktır. Eğitim teknolojileri girişim ekosistemi, YZ tabanlı öğrenme çözümlerinin ticarileştirilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca YZ tabanlı erişilebilirlik uygulamaları, engelli bireyler ve kırsal bölgelerdeki öğrenciler için kapsayıcı eğitim imkânları yaratmaktadır. Savunma Ar-Ge'sinde çalışan mühendislerin YZ teknolojilerine yatkınlığı, hızlı teknoloji adaptasyonu için bir avantaj sunmaktadır. Türkiye'nin coğrafi ve jeopolitik konumu da YZ tabanlı savunma çözümlerinin bölgesel teknoloji ihracatında önemli fırsatlar barındırmaktadır.

Tehditler

Türkiye'nin YZ ekosisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eden çeşitli yapısal eksiklikler ve stratejik riskler bulunmaktadır. Fırsatlardan yararlanmak üzere çalışmalar yapılırken bu eksiklik ve risklere karşı da önlemler alınmalıdır. Bunların başında beyin göçü ve neden olduğu nitelikli insan kaynağı eksikliği gelmektedir. YZ ve sağlık bilişimi alanlarında yetkin uzmanların yurtdışına yönelmesi, yerli bilgi birikiminin sürekliliğini tehdit etmektedir. YZ geliştirme altyapı eksikliği de bu konudaki çalışmaları aksatmaktadır. ULAKBİM benzeri ve kolay ulaşılabilir altyapıların YZ geliştirici start-up ve girişimciler için yeterli olmaması yeni firma ve girişimcileri zor durumda bırakabilmektir. YZ donanımları içeren veri merkezlerine ihtiyaç vardır. Yasal belirsizlikler ve regülasyon eksiklikleri de önemli bir risk faktörüdür. Özellikle Kişisel Verilerin Korunması Kanunu başta olmak üzere mevcut veri mevzuat ile bu kadar dinamik bir ortamda uyum çalışmaları, hukuki sorumlulukların tanımlanmaması ve etik mekanizmaların netleştirilmemesi, araştırma ve uygulama süreçlerinde belirsizlik yaratabilmektedir. Ek olarak, yabancı teknolojiye aşırı bağımlılık, stratejik bir kırılganlık noktasıdır. Donanım (GPU, FPGA), yazılım kütüphaneleri (TensorFlow, PyTorch) ve bulut altyapıları (AWS, Azure) gibi temel bileşenlerde dışa bağımlılık, Türkiye'nin ulusal teknoloji egemenliğini zayıflatmaktadır. Makroekonomik riskler de bir diğer tehdit unsurudur; kur dalgalanmaları, enflasyon ve finansmana erişim sorunları, Ar-Ge maliyetlerini yükseltmekte ve sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır. Ayrıca, toplumsal YZ okuryazarlık eksikliği, toplumun geniş kesimlerinde bilgi eksikliği ve etik kaygılar YZ çözümlerinin benimsenmesini yavaşlatmaktadır.

Sağlık sektörü, YZ tabanlı uygulamalarda en hassas alanlardan biridir. Etik kaygılar, veri gizliliği ve siber güvenlik riskleri, sektördeki güven sorununu artırmaktadır. Yerli sertifikasyon mekanizmalarının bulunmaması, modellerdeki yanlılık sorunları ve hekim direnci, YZ tabanlı sistemlerin entegrasyonunu zorlaştırmaktadır.

Eğitim sektörü de özgün tehditlerle karşı karşıyadır. Öğrenci verilerinin mahremiyeti risk altında olup standart dışı dijital sistemlerin yaygınlığı uyumsuzluk yaratmaktadır. Ayrıca dil ve kültür uyumsuzluğu, aşırı ticarileşme ve tekelleşme eğilimleri ile eğitimde insan unsurunun zayıflaması, YZ tabanlı çözümlerin eğitim sisteminde olumsuz etkiler yaratmasına neden olabilecektir.

Tarım sektörü de iklim krizinden ve YZ modellerinin öngörü zafiyetlerinden doğrudan etkilenmektedir. Küçük çiftçilerin dijital dönüşümün dışında kalması, yabancı teknolojiye bağımlılık ve veri egemenliği sorunları sektördeki kırılganlığı artırmaktadır. Ayrıca kültürel direnç, YZ çözümlerinin benimsenmesini yavaşlatmaktadır.

Savunma sanayi ve endüstri, ulusal güvenlik boyutunda kritik tehditlerle karşı karşıyadır. YZ teknolojilerinin asimetrik şekilde terör örgütleri tarafından kullanılma riski, ciddi güvenlik sorunları yaratmaktadır. Donanım tedarikindeki küresel sorunlar, siber güvenlik riskleri, uluslararası uyum eksiklikleri ve test altyapısı yetersizlikleri, savunma ve endüstri alanlarında stratejik kırılganlık oluşturmaktadır.

Raporda, Türkiye'nin YZ ekosistemi incelenmiştir ve mevcut kamu politikaları, akademik altyapı, sektörel kapasite ve insan kaynağı parametreleri üzerinden çok boyutlu bir değerlendirme sunulmuştur. Analiz, YZ alanında riskler ile kazanımlar ya da fırsatlar ve tehditler arasında neredeyse her zaman dengelenmesi gereken bir çatışmanın varlığını ortaya koymaktadır. Örneğin Türkiye YZ alanında insan kaynağı üretme potansiyeline sahip olmasına rağmen, bu potansiyeli yeterince değerlendirememektedir. Genç nüfusun varlığı ve eğitim olanaklarının artması bir avantaj iken, beyin göçü ve uzman açığı bu avantajı ciddi şekilde baltalamaktadır. Bu, mevcut akademik altyapının ve desteklerin mezun ettiği uzmanların yeterli seviyede ve sürdürülebilir bir şekilde ekosisteme dahil edilemediğini göstermektedir. Türkiye, büyük ve dijitalleşmiş bir veri altyapısına sahip olmasıyla önemli bir avantaja sahipken, bu veriye erişimdeki güvenlik, mahremiyet, bürokratik, yasal ve teknik engeller nedeniyle bu potansiyeli YZ uygulamaları ve araştırmaları için yeterince kullanamamaktadır. Bu, verinin varlığı ile veriye ulaşılabilirlik arasındaki temel bir kopukluğa işaret etmektedir. Türkiye, belirli alanlarda yerli YZ teknolojileri geliştirme konusunda önemli adımlar atmasına rağmen, temel donanım ve bazı yazılım altyapılarında küresel tedarik zincirlerine ve yabancı teknolojilere olan bağımlılık devam etmektedir. Bu,

yerli YZ teknolojileri geliştirme çabalarının önünde bir risk ve dış şoklara karşı kırılganlık yaratmaktadır.

Bu açıklamalar doğrultusunda, Rapor kapsamında geliştirilen ve sunulan öneriler aşağıdaki tabloda Kısa (0-9 Ay), Orta (9-18 Ay) ve Uzun (18-36 Ay) vade grupları önceliklendirilerek sıralanmakta; ayrıca ilgili oldukları başlık, sektör ve alanlarla birlikte listelenmektedir:

5.2 SONUÇ VE ÖNERİ TABLOSU

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
	ULUSAL VİZYON ÖNERİLERİ	
1	Türkiye'nin 2030'a kadar olan dönemde YZ'yi geliştiren, kullanan ve insan odaklı bir şekilde bu alanı düzenleyen, öncelikle bölgesel ve nihai olarak küresel öncü bir YZ aktörü olmasının vizyon olarak ortaya konulması ve atılacak adımların bu vizyon doğrultusunda şekillendirilmesi (Bu doğrultuda Türkiye'nin bölgesel ve küresel ölçekte öne çıkabileceği, halihazırda kuvvetli olduğu veya avantaja sahip olduğu alanlar ile geliştirilmesi gereken kritik seviyede dezavantaj oluşturan alanların öncelikli alan olarak nitelendirilmesi önerilmektedir).	Orta-Uzun
2	YZ konusunda kısa vadede birçok konuya aynı anda odaklanmak yerine, Türkiye'nin güçlü olduğu veya potansiyel taşıdığı sağlık, tarım, eğitim, adalet, dijital finans, savunma sanayii ve e-ticaret gibi sektörlerde YZ uygulamalarının geliştirilmesine ve milli şampiyonlar (ülkemizde YZ uygulamalarını geliştiren "Turcorn"ların sayısının artırılmasına özel önem verilmelidir) çıkarılmasına odaklanılması, bu sektörlerdeki bilgi birikimi ve insan gücünün, YZ destekli ürün ve hizmetlerin ihracatına dönüştürülmesi ve seçilen öncelikli alanlarda ulusal hedefler ile yol haritalarının oluşturulması.	Orta-Uzun
3	Türkiye'yi YZ yetenekleri için bir cazibe merkezi haline getirme vizyonu doğrultusunda; kamu ve özel sektör ortaklığında, yetenekli gençleri Türkiye'ye çekecek ve burada kalıcı olmalarını sağlayacak "Yapay Zekâ Yetenek Hızlandırma Programları" tasarlanması, bu programlara özel burs ve istihdam olanaklarının eklenmesi. Daha özelde beyin göçünü yavaşlatmak ve durdurmak, devamında ise yurtdışındaki yetenekli Türk araştırmacıları ve yabancı uzmanları ülkeye çekmek için "Tersine Beyin Göçü" ve "Yetkin YZ Uzmanı" programlarının oluşturulması; burs, teşvik, hızlandırılmış vize, rekabetçi fonlar ve vergi teşvikleri sunulması ve uluslararası başarı kriterlerini sağlayan uzmanların Türkiye'deki üniversitelerde uzun süreli istihdam edilmesi ile uzaktan çalışma dahil verimli araştırmalar yapmalarının sağlanabilmesi için gerekli çalışma ortamı ile mali teşviklerin tesis edilmesi.	Kısa-Orta
4	Güçlü ve etkili bir Türkçe dil modeli geliştirme çalışmalarının hızlandırılması ve önceliklendirilmesi. Türkçe'nin hem büyük hem de küçük dil modellerinde güçlü şekilde temsil edilmesi için Ulusal Dil Veri Seti Programı başlatılması ve milli değerlerin teknolojiye yansıtılması için önlemler alınması.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
5	Türkiye'nin mevcut yarı iletken, çip ve YZ ile ilgili diğer donanım ve altyapı bileşenleri alanındaki çalışmaların envanterinin çıkarılması, altyapı ve donanım eksikliğine ilişkin ihtiyaç analizi çalışması yapılması, ilgili eksikliklerin giderilmesine yönelik planlama yapılarak YZ teknolojilerinin geliştirilmesi için yarı iletken üretiminden veri merkezi kurulmasına kadar gerekli tüm bileşenlerin sağlanmasına yönelik kapsamlı kısa, orta ve uzun vadeli yatırım planlarının oluşturulması ve Türkiye'nin bu alanda rekabetçi gücünü artıracak bir stratejinin ortaya konulması.	Orta Uzun
6	Türkiye'nin Avrupa Konseyi Yapay Zekâ Çerçeve Sözleşmesi'nin imzalaması hususunun küresel gelişmeler dikkate alınarak değerlendirilmesi ve bu konuda gerekli iş ve işlemlerin tesis edilmesi.	Kısa-Orta
7	Siber Güvenlik Başkanlığı, Savunma Sanayii Başkanlığı, TSK ve istihbarat kurumları işbirliğinde siber tehditleri proaktif tespit eden, otonom sistemleri güvenli kılan yerli YZ altyapılarının geliştirilmesi için "Ulusal Yapay Zekâ Güvenlik Stratejisi" hazırlanması.	Orta
8	Kamu kurumlarında, YZ tabanlı çözümlerin ihtiyaç odaklı ve verimlilik artırıcı bir yaklaşımla hayata geçirilmesine ve YZ destekli kamu hizmetleri dönüşümüne yönelik adımlar atılması ve bu doğrultuda belge işleme süreçlerinin iyileştirilmesi, arama süreçlerinin optimizasyonu ve maliyetlerin azaltılması gibi alanlara odaklanılarak sağlık, tarım, adalet, vergi uyumu, afet yönetimi ve akıllı şehirler gibi kritik kamu hizmetlerinin YZ ile desteklenmesi.	Orta-Uzun
9	Tarımda YZ kullanımına ilişkin bir ulusal yol haritasının oluşturulması. Bu doğrultuda çiftçilerin YZ erişimini sağlayabilmek için düşük faizli kredi, hibe ve kiralama programları gibi finansman araçlarının kullanımını yaygınlaştıracak önlemlerin alınması, tarımda YZ kullanımına dair rehberlerin ve yerel bilgi ve geleneksel tarım uygulamalarını dikkate alan, kültürel çeşitliliğe duyarlı kullanımı destekleyecek mekanizmaların oluşturulması. Bununla birlikte YZ geliştirme ve teşvik sürecinde olası çevresel olumsuz etkilerin de dikkate alınması ve özellikle büyük ölçekli tarım YZ projeleri için çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması.	Kısa-Orta
10	İklim değişikliği için YZ stratejilerinin oluşturulması ve YZ çözümleri geliştirilmesi; veri, teknoloji altyapısı ve yeteneklere erişimi ile kullanılabilirliğinin çevresel faktörler açısından sağlanması.	Kısa-Orta
ULUSLARARASI REKABET VE İŞ BİRLİĞİ ÖNERİLERİ		
11	Uluslararası endekslerde ülkemizin orta vadede ilk 20'ye, uzun vadede ilk 10'a girmesini teminen, söz konusu endekslerde yer alan alt bileşenlerin ayrıntılı olarak incelenerek bu bileşenlerde yapılacak iyileştirmeler ile ülkemizi üst sıralara taşıyacak tedbirlere ilişkin yol haritasının belirlenmesi.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
12	Türkiye'nin uluslararası kuruluşlar ve platformlar tarafından yapılan çalışmalara ve toplantılara fiziksel katılım ve temsilinin önceliklendirilerek güçlendirilmesi. Bu kapsamda katılım payı gerektiren ortaklıklarda, katılım paylarının belirli başarım/performans veya nitelik kriterleri konularak desteklenmesi.	Kısa
13	Türkiye'nin YZ alanındaki uluslararası görünümünü geliştirmek için diğer ülke teknoloji firmalarına Türkiye'de Ar-Ge yatırımı yapmaları için teşvik paketleri sunulması, önde gelen YZ aktörlerinin "kazan kazan" prensibi çerçevesinde bilgi, teknoloji ve tecrübelerini Türkiye'ye aktarmalarını sağlayacak mekanizmalar dahilinde iş birliğine davet edilmesi ve uluslararası standart belirleme süreçlerinde Türkiye'nin lider rolünü güçlendirmeyi hedefleyen özel bir "Yapay Zekâ Diplomasi Stratejisi" oluşturulması.	Orta-Uzun
14	Türkiye'nin bölgesel YZ merkezi olması için gerekli teşvik ve tedbir mekanizmalarını içeren yol haritası hazırlanması, uluslararası etkinlikler düzenlenmesi ve iş birliklerinin güçlendirilmesi.	Uzun
15	Küresel Yapay Zekâ Ortaklığı gibi uluslararası platformlarda ulusal vizyonun yansıtılması öncelenerek aktif rol alınması.	Kısa
16	Türk Devletleri Teşkilatı ile ortak Türkçe büyük dil modelleri ve YZ standartları geliştirilmesi.	Orta-Uzun
17	Ülkelerin YZ düzenlemeleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilecek ticari çatışmaları önleyici mekanizmalar (örneğin karşılıklı tanıma anlaşmaları) konusunda gerekli çalışmaların yapılması.	Orta
KURUMSAL YAPILANMA ÖNERİLERİ		
18	Uzun vadede YZ'nin ve YZ ile gerçekleştirilecek dijital dönüşümün gerektirdiği, insan odaklı YZ'nin gelişimine imkân tanıyan dinamik mevzuat çerçevesinin oluşturulması başta olmak üzere YZ alanındaki gelişmelerin ve gelecekte hayatımızı şekillendirecek bilginin ve teknolojilerin yakından takip edilmesi, buna bağlı olarak ilgili mevzuat ve politika önerilerinin oluşturulması amacıyla TBMM nezdinde bir "Yapay Zekâ, İleri Teknolojiler ve Yenilik Komisyonu" kurulması.	Kısa
19	YZ yönetişimine dair halihazırda farklı kurumlara verilmiş olan yetkiler kısa vadede ihtiyaç duyulan çalışmaları yapmak ve bu alanda belirli bir bilgi ve tecrübe birikimi oluşturabilmek için gerekli olmakla birlikte uzun vadede Türkiye'nin YZ yönetişimi alanında daha hızlı ve güçlü adımlar atabilmesi adına; mevcut kurumların dönüştürülmesi veya ilgili kurumlar ile işbirliği içinde çalışacak, bu kurumları koordine edecek Türkiye Yapay Zekâ Kurumu'nun kurulması, ilgili yönetişim birimlerinin söz konusu kurum altında konumlandırılması, bu kurumun mevcut kurumların bilgi ve tecrübelerinden de istifade etmesini teminen; kamu, özel sektör, meslek örgütleri ve üniversitelerin temsilcilerinin bulunacağı Danışma Kuruluna sahip olması.	Uzun

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
20	YZ'nin etik gelişimini ulusal ölçekte takip edecek, şeffaflık, hesap verilebilirlik ve insan gözetimi gibi temel ilkelerde doğrudan eyleme geçebilen sistemler gibi yeni gelişen ve gelişecek olan uygulamaları da göz önünde bulunduran ve başta Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Siber Güvenlik Başkanlığı gibi ilgili kurumların temsilcilerinden oluşan üst düzey bir "Yapay Zekâ Etik Kurulu" oluşturulması (Kurum enflasyonunun önüne geçilebilmesi ve insan kaynaklarının etkin kullanımının sağlanabilmesi için bu kurulun ilgili diğer öneriler doğrultusunda kurulacak kurum, kurul ve birimlerle birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir).	Kısa
21	Kısa vadede ulusal veri yönetişimi alanında Siber Güvenlik Başkanlığı, TÜİK ve Kişisel Verileri Koruma Kurumunun iş birliği içinde faaliyetlerini yürütmesi önemli olup uzun vadede bu yetkilerin merkezi bir çatı altında ulusal veri stratejilerinin belirlenmesi, verilerin toplanması ve paylaşılması, bu alana yönelik yatay ve dikey düzenlemelerin merkezi şekilde koordine edilerek mevzuat uyumunun sağlanması adına diğer kamu kurumları arasındaki koordinasyonu sağlama yetkileriyle birleştirilmesi. (Söz konusu oluşum başta Siber Güvenlik Başkanlığı, TÜİK ve Kişisel Verileri Koruma Kurumu olmak üzere veri alanında kapsamlı yetki ve sorumlulukları haiz otoritelerle iş birliği içinde çalışacak yeni bir Türkiye Veri Kurumu kurularak hayata geçirilebileceği gibi alternatif olarak gerekli hukuki, teknik, yapısal değişiklikler doğrultusunda mevcut kurumların dönüştürülerek ulusal veri toplama, işleme, kullanıma açma süreçlerinde merkezi kurum olarak konumlandırılması şeklinde de yapılandırılabilir).	Uzun
22	Ortak veri alanı ile veri kalite ve standartları alanında yetkili otorite olan Siber Güvenlik Başkanlığı koordinasyonunda kamu verilerinin erişimini ve kullanımını yönetilebilir ve sürdürülebilir şekilde sistematik olarak sağlamaya yönelik önlemleri de içeren bir Türk veri havuzu/portalı/kütüphanesi oluşturulması.	Orta
23	Kamu kurum ve kuruluşlarında ayrı YZ yönetim ve uyum biriminin kurulması, bu birimin ilgili diğer birimler ile koordineli çalışması, (örneğin; Bakanlıklarda Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlükleri, YZ ile ilgili atılacak teknolojik adımların liderliğini üstlenirken Strateji Geliştirme Başkanlıkları ise yeniden teşkil edilerek YZ'ye dair teknik olmayan iş ve işlemlerin yürütülmesine liderlik edebilir), kamu personelinin YZ başta olmak üzere dijital araç ve teknolojiler hakkında mesleki eğitimlerle desteklenmesi, yetenek ve çıktı odaklı çalışma düzeni oturtulması, kamu-özel-akademi iş birliğiyle "Üst Düzey Yapay Zekâ İstişare Platformu" oluşturulması.	Kısa
24	Kamu YZ ekosistemi projelerinin desteklenmesi, mevcut iş gücünün dönüşümü sürecinde gerekli eğitimlerin verilmesi ve dönüşüm sürecinin yönetilmesi için "Dijital Yetenek Haritası"nın oluşturulması.	Orta
25	AFAD bünyesinde kriz ve afet durumlarında farklı kurumlardan gelen verileri gerçek zamanlı analiz eden, kaynak optimizasyonu yapan ve müdahale senaryoları geliştiren YZ destekli risk değerlendirilmesi ve müdahale planları geliştirilmesi ve güçlendirilmesi.	Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
26	TBMM'de YZ kullanımının etik sınırlarını ve veri mahremiyetini düzenleyen bir "Parlamento Yapay Zekâ Kullanım İlkeleri Rehberi" hazırlanması. TBMM Tutanak Bilgi Sistemi'nin, yasa tekliflerinin önceki mevzuatla tutarlılığını analiz eden, benzer teklifleri gruplayan ve özetler üreten YZ destekli yerli ve milli "Akıllı Yasama Destek Modülleri" ile genişletilmesi ve TBMM çalışmaları için gerçek zamanlı deşifre, çok dilli çeviri ve otomatik özetleyici araçların kalıcı olarak devreye alınması. TBMM üyeleri ve personeline YZ okuryazarlığı ve YZ uygulamalarının kullanımı konusunda eğitim verilmesi.	Kısa
HUKUK VE ETİK ÖNERİLERİ		
27	Genel ve çerçeve nitelikte, mevcut yaklaşımları ve düzenlemeleri kopyalamadan, uluslararası organizasyonlar tarafından yayımlanan raporlardaki geleceğe yönelik trend ve risk öngörüleri incelenerek, Türkiye'nin ihtiyaçlarını dikkate alan ve ilgili diğer mevzuatla uyumlu şekilde bir yandan insan odaklı, etik ilkelere uygun çerçeveyi çizerken diğer yandan esnek ve inovasyon odaklı yaklaşımı koruyan, gerekli alanlarda risk yönetimi ve şeffaflık analizlerinin yapılması sonucunda gerekli korumalar ile güvenilir YZ damgası, sertifikasyon ve uygunluk değerlendirme kriterleri gibi yönetim süreçlerini getirecek veya güçlendirecek, teknolojik gelişiminin önünü açacak bir yaklaşımla kısıtlayıcı olmayan, detaylı hususların düzenlenmesini ikincil mevzuata ve rehberlere bırakan, dinamik uygulanabilirliğe sahip bir Türkiye Yapay Zekâ Kanunu hazırlanması (Mevzuat enflasyonun önüne geçilebilmesi ve usul ekonomisi ilkesine uygunluk için bu öneriler altında yer alan mevzuat değişikliklerinden kanun ile yapılması gerekenlerin mümkün olduğu ölçüde bu kanun ile yapılması önerilmektedir).	Kısa-Orta
28	YZ'nin dinamik ve gelişmekte olan doğasına uygun regülasyon çerçevesinin oluşturulabilmesi ve mevcut ya da yapılacak olan düzenlemelerin inovasyon üzerindeki olumsuz etkisinin en aza indirilebilmesi için yenilikçi fikir ve uygulamaların kontrollü ortamda test edilmesine imkân tanıyacak düzenleme deneme alanlarının (regulatory sandbox) oluşturulması.	Kısa-Orta
29	Kurumlar, üniversiteler ve sektörler arası veri paylaşımı konusunda esnek mekanizmalar öngören; AB düzenlemelerini dikkate alan ve kamu kurumlarının veri paylaşımına izin veren veri yönetişimine ilişkin mevzuat çalışması yapılması.	Kısa-Orta
30	Açık verinin kavramsal çerçevesini ortaya koyan, açık verinin toplanmasını, depolanmasını ve kullanılmasını düzenleyen hukuki çerçeve oluşturma çalışmalarının hızlandırılarak kısa sürede hayata geçirilmesi ve söz konusu düzenleme yürürlüğe girdiğinde kurumların veri setlerini açık veri standartlarına uygun şekilde ivedilikle kamuya açık hale getirebilmeleri için gerekli hazırlık süreçlerini yürütmesi.	Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
31	Yargı, sağlık ve eğitim başta olmak üzere, YZ'nin doğrudan insanı ikame eden değil insan tarafından verilen kararların daha doğru şekilde verilmesini sağlayan, insanın karar verme aşamasında etkinliğini ve verimini artırabilen karar destek aracı olarak konumlandırılması amacıyla gerekli hukuki düzenlemelerin oluşturulması.	Kısa
32	İnsan iradesini manipüle eden, kişilere normalde gerçekleştirmeyecekleri eylemleri yaptıran ve önemli zararlara yol açan YZ sistemlerinin yasaklanmasına yönelik hukuki düzenlemelerin yapılması.	Kısa
33	YZ kaynaklı ayrımcılığın özellikle çevrim içi ortamlardaki etkileşimlerde önlenmesine ve yönetilmesine dair mevcut AB düzenlemeleriyle uyum çalışmalarını da göz önünde bulunduran nitelikte bir mevzuat çalışması yapılması.	Kısa
34	YZ'nin tasarım tercihlerinin geliştiricisi ya da sağlayıcısı başta olmak üzere YZ tedarik zincirindeki aktörlerinin sorumluluğunun etkisine ve hukuki çerçevenin yeterliliğine dair etki analizinin yapılması. Bu doğrultuda 7223 sayılı ÜGTDK başta olmak üzere ürün güvenliği ve sorumluluğu çerçevesinin YZ sistemleri dahil olmak üzere yazılımları da kapsayacak ve bu yönde yapılması beklenen diğer uyumlaştırma çalışmalarını kolaylaştıracak şekilde güncellenmesi yönünde mevzuat çalışması yapılması.	Kısa
35	YZ kaynaklı özel hukuk ve ceza hukuku sorumluluğuna dair çerçevenin yeterliliğini inceleyen kapsamlı bir etki analizi çalışması yapılması. Alanın dinamik yapısı ve ceza hukukunun "son çare olma" prensibi itibariyle gerekliliği önemli ve öncelikli sebeplere dayandırılarak ortaya konulmadıkça ceza hukuku alanında kısa vadede mevzuat çalışması yerine etki analizleri ve incelemelere ağırlık verilmesi.	Kısa
36	KVKK'da, tamamen otomatik YZ temelli karar ve profilleme süreçlerinde ilgili kişilere insan müdahalesi talep etme ve karara itiraz hakkı tanımlayan (sonucun olumlu veya olumsuz olmasına bakılmaksızın); aynı zamanda tasarımda mahremiyet (privacy by design) anlayışını güvence altına alan (veri sorumlularını veri kayıt sistemlerini tasarlarken mahremiyeti koruyacak teknik ve idari tedbirleri almakla yükümlü kılan, veri koruma etki değerlendirmesini zorunlu kılan), YZ teknolojilerinin geliştirilme sürecinde işlenen kişisel veriler için dayanılacak hukuki sebebi belirli hale getiren ve YZ teknolojilerine özgü risklere karşı gerekli korumalar öngören mevzuat değişikliği çalışması yapılması.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
37	YZ'nin gelişiminin fikri haklara etkisi ile ilgili yapılacak düzenlemelere dair bir etki analizi yapılması. Fikri eserlerin dijital ortamda işlenmesini kolaylaştıracak nitelikte uluslararası düzenleme ve gelişmelerle paralel şekilde özellikle ikame üreten değil dönüştürücü etki yaratan, YZ'nin gelişimini de destekleyecek şekilde ilgili koruma mekanizmalarını da öngören, açık uçlu istisnalara ilişkin ve yine aynı doğrultuda YZ çıktısı üzerindeki hak sahipliği belirsizliğini gideren, bunlar üzerindeki 5846 sayılı FSEK ve ilgili düzenlemeler kapsamındaki hakların tespitini kolaylaştıran ancak doğrudan eserin ya da eser sahiplerinin üslup ya da tarzlarının kopyalanmasına dair korumalar içeren mevzuat çalışması yapılması.	Kısa-Orta
38	Üretken YZ çıktılarını doğrudan internet ortamına sunan kişilerin 5651 sayılı Kanun kapsamında içerik sağlayıcı olarak sorumlu tutulması suretiyle mevcut düzenlemeler ile uyumu sağlayacak bir mevzuat çalışması yapılması.	Kısa
39	Sektörel uzmanlık alanlarında mevcut hukuki sorumluluk rejimlerinin uygulanmasını ve bu alanlarda YZ'nin sorumlu ve güvenilir şekilde kullanılmasını sağlayacak rehberlerin ve meslek kurallarının geliştirilmesi.	Orta
40	Mevcut ve getirilmesi önerilen hukuki düzenlemelerin doğru ve etkin şekilde uygulanabilmesi için yargı mensuplarına YZ teknolojisini anlamalarını, hukuki analizini yapmalarını, hukuki çerçevenin uygulanabilirliğini tespit etmelerini sağlayabilecek YZ okuryazarlığı eğitimi verilmesi.	Kısa
RİSK YÖNETİMİ VE DENETİM ÖNERİLERİ		
41	YZ için uluslararası standartlara uygun, insan merkezli, etik ilke ve en iyi uygulamaları merkezine alan bir yönetişim çerçevesi oluşturulması adımları kapsamında çok paydaşlı ve bağımsız şekilde çalışan gözlem ve koordinasyon kurullarının oluşturulması, önyargı ve hata izleme sistemlerinin kurulması ve uluslararası en iyi uygulamalardan öğrenme mekanizmaları geliştirilmesi gibi adımların atılması.	Orta
42	YZ sistemlerinin güvenli, şeffaf ve temel hak ve özgürlüklere ve hukukun temel ilkelerine saygılı bir biçimde tasarlanıp kullanılmasını temin etmek amacıyla, yaşam döngüsünün tüm aşamalarını kapsayan, akredite bir kuruluş tarafından gerçekleştirilecek, bağımsız bir denetim mekanizmasının ve bu denetim mekanizmasını işler kılacak sertifika ve belgelendirme süreçlerinin oluşturulması. Özellikle yüksek risk taşıyan YZ uygulamaları için bağımsız denetimin zorunlu tutulması.	Orta
43	Kamu hizmetlerinde kullanılan YZ sistemlerine ilişkin özel korumaların getirilmesi, özellikle kritik alanlarda yapılan kamu alımlarında karar verme sürecinde tasarımdan itibaren güvenlik anlayışıyla geliştirilen ve geliştirme aşaması bakımından kapsamlı dokümantasyonu yapılmış YZ sistemlerine öncelik verilmesi.	Kısa-Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
44	YZ sistemi kaynaklı ve önyargılara dayanarak verilmiş, uygulanmış haksız durumlara ve kararlara karşı bireylerin haklarını koruyacak, itiraz edecek, hızlı çözüm üretecek ve bireylerin mağduriyetini asgari düzeye indirecek teknik sistemlerin ve hukuki mekanizmaların oluşturulması.	Kısa-Orta
45	YZ sistemlerinin etik, anti-ırkçı, anti-cinsiyetçi ve adalet odaklı prensiplerle geliştirilmesi için veri mühendisliği süreçlerine ilişkin prensiplerin belirlenmesi, algoritmaların ırksal, sosyoekonomik ve coğrafi önyargılar açısından düzenli olarak test edilmesi için standartların oluşturulması ve önyargı tespiti ile düzeltme mekanizmalarının sistem tasarımına entegre edilmesi.	Kısa-Orta
46	YZ sistemlerinin kullanıldığı bağlam gözetilerek tasarıma ilişkin asgari performans ölçütlerinin belirlenmesi, karşılaştırmalı performans analizlerinin yapılması ve yüksek risk içeren sistemlerin kamuoyu ile paylaşılması.	Kısa
47	YZ model ve sistemlerinin, özellikle kritik altyapılarda (örn. enerji, ulaşım, finans, sağlık, savunma) ve hizmetlerde kullanılmadan önce; ulusal güvenlik riskleri açısından saldırı tespit yetenekleri, siber güvenlik açıkları, kötüye kullanım senaryoları ve dış manipülasyonlara karşı direncini değerlendiren yöntemlerle test edilmesi.	Kısa
48	YZ ile uzun süreli etkileşimin olası olumsuz ve geri dönülemez etkilerine karşı çocukların korunması için önlemler alınması.	Kısa
49	Genel olarak belirlenen stratejik amaç, hedef ve performans kriterlerinin takibi kapsamında (YZ alanındaki ilerlemelere ve karşılaşılan zorluklara yönelik olarak pratik kazanımlar ve geliştirilen eğitim yöntemleri ile regülasyon ve etik alanında karşılaşılan güçlükler, veri gizliliği ve mahremiyet, teknolojik altyapı ihtiyacı vb.) ilgili çalışmaların başta Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Siber Güvenlik Başkanlığı olmak üzere ilgili kurumlarla iş birliği içinde raporlanması ve değerlendirilmesi.	Kısa-Orta
50	Psikologluk, avukatlık ve doktorluk gibi özel uzmanlık gerektiren ve insan hayatı üzerinde doğrudan önemli etkiler doğurabilen alanlara ilişkin çıktı oluşturan ve insan kararlarını etkileyen, sosyal alanlarda konumlandırılan, sosyal ilişkileri taklit eden fonksiyonları yerine getiren YZ teknolojileri için özel etik çerçevenin hazırlanması ve bu konuda uzun süreli kullanım sonrası kullanıcının organik insan etkileşimine yönlendirilmesini sağlayan mekanizmalar ile uzman denetimi şartı gibi ek korumalar öngören özel düzenlemelere yer verilmesi. Ayrıca arkadaşlık, yoldaşlık gibi duygusal tecrübeleri taklit etmeye yönelik etkileşime girebilen YZ uygulamaları için kullanıcılara karşılarında bir insan bulunmadığı yönünde açık, anlaşılır ve kolayca erişilebilir bir bilgilendirmenin zorunlu tutulması. Bu sistemlerin "empati", "sevgi" veya "bakım" sundukları izlenimi yaratmasının bazı kurallara bağlanması, uzun süreli kullanım sonrası kullanıcının organik insan etkileşimine yönlendirilmesi, uzman denetimi şartı gibi ek mekanizmalarla kontrol altına alınması ve bu sistemlerin özellikle yaş, sağlık, fiziksel ya da ruhsal ihtiyaç gibi farklı faktörler sebebiyle sistem etkileşimine karşı savunmasız gruplarla etkileşimlerde yasaklanması.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
51	YZ'de insan müdahalesi gereken durumların net ve doğru şekilde tanımlanması, bu doğrultuda rehberler hazırlanması ve özellikle anlamlı insan gözetimi olmadan YZ çıktılarına dayalı karar verme sürecini önleyecek kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi.	Kısa
52	YZ'nin hem sistem seviyesinde hem de etkileşime geçtiği kişilere karşı şeffaflığını ve açıklanabilirliğini sağlayacak önlemler alınması, açıklanabilir YZ tedbirlerinin yaygınlaştırılması ve YZ ile etkileşime geçen kişilerin bu etkileşimin farkında olmalarına imkân tanıyacak tasarım ve bilgilendirme çerçevelerinin geliştirilmesi.	
53	YZ kaynaklı dezenformasyona karşı çevrim içi platformlar için belirli hukuki yükümlülüklerin öngörülmesi ve bu alanda uluslararası iş birliği çalışmalarının yürütülmesi.	Kısa
54	Dijital platformların, algoritmalar ve insan denetimi ile sahte içerik tespiti yapmalarının sağlanması ve özellikle derin sahte içeriklerin kötü niyetli ve zararlı kullanım senaryolarına karşı özel bir hukuki çerçevenin gerekli olup olmadığına dair mevcut hukuki düzenlemeleri de dikkate alan bir etki analizi çalışması yapılması.	Kısa
55	YZ tarafından üretilen içeriklerin tespit edilmesi için dijital filigran ve meta veri gibi kaynak tespiti yapmaya ve kullanıcıları içeriğin YZ üretimi olduğu yönünde bilgilendirmeye yarayan mekanizmaların geliştirilmesi ve isteyen içerik üreticileri için içeriğin orijinalliğini, bütünlüğünü ya da üretici kimliğini doğrulamaya yarayan imza sistemlerinin geliştirilmesi.	Kısa-Orta
56	Dijital platformlarda YZ kaynaklı algoritmik zararların azaltılmasına yönelik tedbirlerin geliştirilmesi ve öneri sistemlerinde son kullanıcı kontrolünün artırılmasına yönelik alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi.	Orta
57	YZ gelişiminde çevre ve tarım üzerindeki etkilerin göz önünde bulundurulmasını sağlayacak sürdürülebilirlik göstergelerinin (su, toprak, biyoçeşitlilik) YZ sistemlerine entegre edilmesi, yerel bilgi ve geleneksel tarım uygulamalarını da dikkate alan, kültürel çeşitliliğe duyarlı ve küçük çiftliklerde algoritmik yanlılığı azaltacak eğitim veri setlerinin geliştirilmesi, proje seçimlerinde "kaçınılan CO_2 / ilave CO_2" denkliğinin gözetilmesi gibi önlemlerin alınması.	Orta
58	YZ destekli siyasi reklam ve propagandanın düzenleme altına alınması ve mikro hedefli siyasi reklamlarda şeffaflığın sağlanması, hassas kişisel veri kullanımının sınırlandırılması.	Orta
59	Finans sektöründe YZ'nin kullanımına dair "Finansal YZ Etki İzleme Birimi" kurulması ve algoritmik karar sistemleri için denetlenebilirlik, model risk yönetimi, veri yönetişimi ve şeffaflık alanında standartların oluşturulması da dahil olmak üzere risk yönetimi ve yönetişim adımlarının atılması.	Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
	EĞİTİM, İNSAN KAYNAĞI VE İŞ GÜCÜ DÖNÜŞÜMÜ ÖNERİLERİ	
60	YZ alanındaki bilimsel araştırmalarda ve insan kaynağı gelişiminde nitelikle nicelik arasındaki dengenin kurulabilmesini temin etmek amacıyla kısa vadede her üniversitede YZ özelinde programlar açılması yerine, YZ alanında belirli kapasite ve yetkinlik taşıyan üniversiteler haricinde YZ adımlarının daha alan odaklı şekilde sadece dijital temelli yüksek lisans programları özelinde atılması (dijital finans, dijital pazarlama vb.) suretiyle YZ ve alan başlıklı programların açılması; bu programların pilot programlar olarak desteklenmesi, izlenmesi, çıktıların raporlanması ve değerlendirilmesi. YZ derslerinin tasarlanması, yürütülmesi, geliştirilmesi ve hem iç hem de dış paydaşlarla koordinasyonun sağlanması amacıyla üniversitelerde sorumlu ve yetkin multidisipliner bir çalışma grubu oluşturulması ve uluslararası iş birlikleri kurularak bilgi ve deneyim paylaşımını önceleyen proje ve ortaklıkların kurulması.	Kısa
61	Üniversiteler içinde her bilim dalından yetişmiş uzman akademisyenlerin, YZ sistemlerinde de uzmanlaşması için teşviklerin ve programların oluşturulması. Uzmanlık alanı ayrıştırılmaksızın, YZ alanında çalışma yapacak her seviye eğitim ve araştırma için öğrencilere ve akademisyenlere, yurt içinde ve yurt dışında çeşitli burs olanakları sağlanması ve çalışmalarına devam etmeyi tercih edecekleri koşulların yaratılması.	Kısa
62	Nicelik odaklı yaklaşım ve çalışma kültüründen ziyade, uluslararası çalışmalarla rekabet edecek, nitelik odaklı çalışmaları teşvik edecek çalışma ortamının kurulması için adım atılması ve akademik atama, yükseltme, teşvik kriterleri bakımından niteliği niceliğe önceliklendiren bir çerçeve oluşturulması. YZ ve yeni nesil teknolojiler alanında çalışan yetkin öğretim üyelerinin tespitine yönelik objektif ve uluslararası kalite odaklarına paralel metriklerin geliştirilmesi ve bunların devlet üniversitelerinde uzun vadeli olarak istihdam edilebilmesi için ücret politikalarının gözden geçirilerek daha teşvik edici bir gelir modelinin tesis edilmesi, ilgili mevzuat engellerinin kaldırılması.	Kısa-Orta
63	Hukuk, tıp, filoloji, ekonomi ve mühendislik bölümleri başta olmak üzere üniversite müfredatlarına disiplinlerarası eğitim modeli esas alınarak her fakültenin alanı ve ihtiyaçları gözetilerek özelleştirilen YZ derslerinin eklenmesi ve multidisipliner, gelişen ve gelişebilecek yeni nesil teknolojiler ile YZ uygulamaları alanında da yetkinlik hedefleyen problem çözme temelli, ezbere dayanmayan yaklaşımlar ışığında; YZ eğitiminde analitik düşünme, yaratıcılık ve uygulamalı öğrenmeyi merkeze alan yenilikçi hibrit öğretim modellerinin geliştirilmesi ve bu anlayışa dayalı yüksek lisans/doktora programları açılarak çift yetenekli uzmanların yetiştirilmesi.	Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
64	Lisans YZ uygulama dersleri ile yüksek lisans uzmanlık alanına yönelik YZ dersleri için yeterli akademisyen kapasitesine ulaşılana kadar sektör iş birliklerinin kullanılması; YZ ve ilgili uzmanlık özelinde verilecek derslerde saat ücretiyle çalışan ve sektör tecrübesi olan eğitmen istihdamı için gerekli mevzuat düzenlemelerinin (YÖK bünyesinde) yapılması.	Kısa
65	Erken aşamada zorunlu doğa ve fiziksel etkinlik temelli derslerin yanı sıra YZ yetenek ve farkındalık eğitimlerinin müfredata dahil edilmesi ve öğrenci ve öğretmenlerin dijital araçlara eşit ölçüde erişimlerinin sağlanması, YZ sistemlerine entegrasyon bağlamında COVID-19 pandemi sürecindeki eğitim kazanımları ve eksikliklerinin derinlemesine analiz edilmesi; özellikle yeni YZ tür ve uygulamaları da dahil olmak üzere dijital araçlara erişim, dijital yetkinlik ve eğitim-öğretim çıktılarının incelenmesi ve değerlendirilmesi ve erişimin sağlanması ile birlikte öğretmenlerin YZ kullanım gelişimi için MEB ve YÖK ile koordineli şekilde üniversiteler tarafından eğitim paketlerinin oluşturulması; öğretmenlerin sürece hızla dahil olması için teşvik mekanizmalarının oluşturulması.	Kısa-Orta
66	YZ sistemlerinin eğitim alanında risk yerine kazanım sağlaması için eğitim sisteminin öncelikle öğrencilerin analitik yetkinlikleri geliştirecek şekilde düzenlenmesi, tüm eğitim seviyelerinde not değerlendirmelerinde test yönteminin kullanımını azaltmak için idari yüklerin azaltılması, öğretmenlerin analitik düşünmeyi geliştirecek, farklı değerlendirme yöntemleri oluşturmaları için örnek çalışmalar geliştirilmesi ve paylaşılması, pedagojik etkilerinin devamlı olarak gözlemlenmesi ve denetlenmesi, hata ve yanılsamayı aşmayı öğretecek, akla uygun bilginin ilkelerini anlatacak; belirsizlikleri yönetme becerisi kazandıracak ve anlamayı öğretecek bir temel eğitim modelinin tasarlanması.	Kısa
67	4+4+4 zorunlu eğitim sisteminin ortaokul ve lise eğitim-öğretim süreçlerinin, YZ'nin oluşturacağı iş gücü talep ve değişimine uygun olarak esnek, teknik becerileri geliştiren ve mesleki yönelim süreçlerini destekleyen düzenlemeler ile güncellenmesi.	Kısa
68	Eğitimde kullanılacak YZ sistemlerinin istem yazım süreçlerinin titizlikle ele alınması; bu süreçte kız çocukları başta olmak üzere tüm dezavantajlı grupların yer almasının sağlanması; sürecin TÜBİTAK öncülüğünde, ilgili STK ve yerel yönetimlerin desteği ile sürdürülmesi.	Kısa
69	YZ sistem kabiliyetine sahip bilim alanı uzmanlarının her alanda yetiştirilmesi için çalışmaların merkezine üniversitelerin alınması. Üniversitelerde tüm öğrencileri kapsayacak şekilde meslek yüksekokulu ve lisans seviyelerinde temel ve ileri YZ dersleri; yüksek lisans düzeyinde bilim alanı uzman desteğiyle uzmanlıklar özelinde YZ derslerinin açılması.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
70	Öğrencilerin yanında öğretim üyelerinin de YZ alanında yeteneklerinin ve farkındalığının artırılması için adımlar atılması ve genel eğitimleri takiben öğretim üyelerinin uzmanlık alanlarına göre bilim alan uzmanlarının desteğiyle YZ alanında da gelişimlerinin sağlanması ve böylece bilimsel uzmanı oldukları alanlarda YZ sistemli eğitim faaliyetlerine başlamalarının sağlanması.	Kısa
71	Kısa vadede üniversiteler için özel olarak desteklenecek pilot bir YZ uzmanlaşma yol haritası öngörülmesi ve bu kapsamda yeterli kapasiteye sahip üniversitelerin YZ alanında önde gelen üniversiteler olarak desteklenmesi, pilot uzmanlaşma desteklerinin objektif kapasite koşullarını sağlayan tüm üniversitelere açık olması ve bu kapsamda desteklenen üniversitelerin kazanımlarını uzun vadede YZ uzmanlığının ülke geneline yayılabilmesi için belirli koşullarda diğer üniversitelerle paylaşmaya zorunlu tutulması.	Orta-Uzun
72	YZ etkisinde iş gücü dönüşümüne dair süreçler bakımından ücretsiz farkındalık ve mesleki dönüşüm eğitimlerinin verilmesi. YZ ile sona erme, insan gücüne bağlılığı azalma ya da değişme ihtimali bulunan iş kolları mensupları için yeni iş alanlarına hazırlık ve dönüşüm etkisi olan projelerin önceliklendirilmesi ve yeniden kazandırma programlarının oluşturulması.	Kısa-Orta
73	Sosyal güvenlik sisteminin YZ kaynaklı işsizlik ve mesleki dönüşümlere karşı güncellenmesi ve yeni mesleklerin gerekli görülen alanlarda yasal zemine oturtulması; iş gücü piyasalarını düzenleyen hukuki çerçevenin YZ'nin getirdiği dönüşüme ve bu dönüşümle gelecek olan riskleri yönetmeye hazır olup olmadığına dair kapsamlı bir hukuki etki ve gereklilik analizi yapılması.	Kısa-Orta
74	Yaşam boyu eğitim programları ile var olan işgücünün dönüşümünün sağlanmasına destek verilmesi; bu dönüşümün Üniversitelerin Sürekli Eğitim Merkezleri ve MEB'in koordinasyonunda, İŞKUR, Ticaret ve Sanayi Odaları, Kalkınma Ajansları ve ilgili STK'larla iş birliği içinde gerçekleştirilerek uygulanması. YZ okuryazarlığının toplumun geneline yayılmasını sağlamak amacıyla ikinci öğretim programlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması.	Kısa
	TEKNİK ALTYAPI, YATIRIM VE TEŞVİK ÖNERİLERİ	
75	YZ sistemlerinin ihtiyaç duyacağı enerji talebi için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve temini konusunda yatırımlar yapılması.	Orta
76	Kamu-özel ortaklığıyla, birbirini yedekleyerek kesintisiz hizmet verecek büyük ölçekli yerel veri merkezlerinin kurulması. Veri Merkezi Organize Sanayi Bölgesi oluşturulması. Bunun için yer tahsisi, enerji ve internet altyapısı gibi ortak gereksinimlerin bütüncül bir planlama çerçevesinde hayata geçirilmesi.	Uzun

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
77	YZ'nin geliştirilmesi amacıyla kurulacak veri merkezlerinin güvenlik ve afet risklerini gözetmek suretiyle ülkemizin farklı bölgelerinde tesis edilmesi, söz konusu altyapılar için oluşturulan teşvik mekanizmalarının güçlendirilmesi. Söz konusu veri merkezlerinden sadece gerekli koruma önlemlerini alan ve yönetişim çerçevesine sahip olduğunu gösteren bulut hizmet sağlayıcılarının faaliyetlerine izin verilmesi. YZ güvenliğine ilişkin gerekli sertifikalandırma süreçlerinin yürütülmesi.	Orta
78	Yüksek performanslı hesaplama altyapısı için "Yapay Zekâ Süper Bilgisayar Merkezleri" kurulması. Yeni ve küçük ölçekli girişimler için deneme alanları (AI Sandbox) ve GPU havuzları oluşturulması ve düzenleme deneme alanları bakımından da bu girişimlerin ihtiyaçlarına öncelik verilmesi. TÜBİTAK ve benzeri kamu kurumları tarafından sunulan YZ altyapı kullanma imkanlarının özel sektör tarafından da erişilebilir hale gelmesi için gerekli prosedürlerin oluşturulması; bunun için kapasite artırımında bulunulması ve/veya doğrudan özel sektörün kullanımına yönelik ek bir platformun/merkezin kurulması.	Kısa-Orta
79	Ulusal altyapı sistemlerinin yanı sıra eğitim kurumlarının da YZ altyapı ve donanım eksikliklerinin tamamlanması; özellikle dezavantajlı bölgelerde bu sürecin gerçekleşmesi için çeşitli destekler verilmesi, sistemin sürekliliği için akademik ve teknik danışmanlık sağlanması.	Kısa-Orta
80	YZ alanında yenilikçi fikir ve ürünlerin geliştirilmesini sağlamak amacıyla, KOBİ'ler, girişimciler ve teknoloji geliştirme kapasitesi yüksek grupların YZ araçlarına erişimini kolaylaştırıcı yatırım, hibe, teşvik ve düşük faizli kredi programları ile vergi indirim ve/veya muafiyetlerinin hayata geçirilmesi. YZ girişimlerine yönelik devlet desteklerinin doğru girişimleri belirleyebilecek bir mekanizma dahilinde ve yenilikçi genç girişimleri öncelikleyecek şekilde sistematik olarak artırılması. Proje büyüklüklerine uygun teşvik mekanizmalarının oluşturulması, özellikle YZ çalışmalarında kullanılması amacıyla kurumlarda veri kümelerinin üretimi için gerekli idari birim ve teknik alt yapının standartları belirlenerek, bunların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla teşvik programlarının gözden geçirilmesi.	Kısa-Orta
81	Kamu destekleri başlangıç için yeterli olmakla birlikte, orta ve büyük ölçekli YZ girişimlerinin büyümesini sağlayacak risk sermayesi fonları, melek yatırımcı ağları ve teknoloji yatırım bankası gibi yeni finansman mekanizmalarının oluşturulması, kamu-özel sektör ortaklıklarının ve rekabet öncesi iş birliğinin teşvik edilmesi, yerli girişimlerin küresel pazara açılması için destek mekanizmalarının geliştirilmesi.	Orta-Uzun
82	Kamu kurumlarında ve kritik sektörlerde kullanılmak üzere açık ve güvenilir, Türkçe kaynaklı büyük dil modelleri geliştirilmesi gibi yüksek etkili projeler için özel teşvik çağrıları yapılması ve ilgili kurum/kuruluşlara doğrudan görev verilmesi, mevcut büyük dil modeli geliştiren kurumlar arasında koordinasyon tesis edilerek kaynakların etkin kullanımının sağlanması.	Kısa

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
83	Kamu kurumlarının YZ çözümleri tedarik ederken yerli ürünlere puan avantajı sağlayan politikalar uygulaması, ihale şartnamelerinde yerli YZ yazılımları için avantaj tanınması veya pilot alımlar yapılması.	Kısa
TOPLUM, KÜLTÜR, SANAT VE İLETİŞİM ÖNERİLERİ		
84	Toplumun YZ'yi tanımasını, nasıl kullanacağını ve sonuçlarının neler olduğunu anlamasını, YZ'nin sunduğu fırsatlarla birlikte teşkil ettiği manipülasyon gibi risklere karşı kendisini korumasını ve gerekli araçları kullanmasını, yeni bir sistem ile karşılaşıldığında bilgilerin transfer edilmesini sağlayacak farkındalık çalışmalarının yapılması ve özellikle çocuklar ve gençler için eğitim ve atölyelerin yardımıyla YZ'ye güvenli ve bilinçli erişimin sağlanması.	Kısa
85	Kamu iletişim kampanyaları ile YZ'nin sadece bir araç olduğunun, insanlar arası duygusal bağ ve etkileşimin yerini alamayacağının vurgulanması ve dijital sağlık farkındalığına benzer medya kampanyalarının düzenlenmesi (örn. "YZ bir araçtır, arkadaş değil.").	Orta
86	UYZS'nin hedefleri ve kazanımlarının geniş kitlelere anlatılması, Cumhurbaşkanlığı İletişim Başkanlığı koordinasyonunda bir iletişim stratejisinin yürütülmesi veya UYZS ve ilgili ulusal politika belgelerinin hedeflerinin ve kazanımlarının geniş kitlelere etkin biçimde anlatılması amacıyla Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Siber Güvenlik Başkanlığı koordinasyonunda kapsamlı bir iletişim stratejisi yürütülmesi.	Orta
87	YZ'nin öncülü olan dijital teknolojilere ve internet bağlantısına ve bu konulardaki eğitim-öğretim kaynaklarına erişimin az gelişmiş, kırsal bölgelerde özel programlarla yaygınlaştırılması. YZ kazanımlarının adil dağılımı amacıyla kız çocukları başta olmak üzere tüm dezavantajları gruplar özelinde (engelli bireyler, kırsal alan bölgeleri, vb.) ilgili iletişim teknolojileri altyapısına erişimin ve sürekli kullanımının maddi olarak karşılanabilmesi için gerekli mekanizmaların geliştirilmesi.	Kısa-Orta
88	Sosyal yardım sistemlerinin, risk altındaki bireyleri proaktif olarak belirleyen öngörücü YZ modelleriyle güçlendirilmesi. Engelli bireyler ve yaşlı bireyler için YZ destekli ve yerli yardımcı teknolojilerin geliştirilmesi için özel Ar-Ge fonları ve destek programlarının oluşturulması.	Orta

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
89	YZ sistem ve modellerinin siyasi, tarihi, kültürel ve toplumsal alanlardaki çıktılarının Türk tarihi ve kültürü bakımından yanıltıcı, taraflı veya kültürel hassasiyetlere aykırı nitelikte olmasını önlemek amacıyla eğitim verilerinin kapsayıcılık kriterlerini karşılayabilmesi adına veri setlerinin makine tarafından okunabilir formatta ve kamuya açık şekilde paylaşılmasına yönelik çalışmaların yapılması, şeffaflık ve etiketleme mekanizmalarının geliştirilmesi; bu tür içeriklerin tespiti ve yönetimi için insan denetimini de içeren çok katmanlı kontrol süreçlerinin tasarlanması ve bu konuda ulusal düzeyde rehber ilkelerin oluşturulması.	Kısa-Orta
90	Kültürel miras eserlerinin dijitalleştirilmesi ve korunması için YZ tabanlı bir ulusal dijital platformun oluşturulması.	Orta
91	YZ'nin sanatsal üretim ve kültür aktarımı sürecindeki etkilerinin analiz edilmesi ve bu analizin sonuçlarına göre gerekli görülen alanlarda YZ ile sanatsal üretimi ve kültür aktarımını ya da kültürün korunmasını teşvik eden destek mekanizmalarının oluşturulması.	Orta-Uzun
BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE AR-GE ÖNERİLERİ		
92	Kamu sektörünün ve akademinin Ar-Ge'deki öncü rolünü sürdürerek özel sektörün ürünleştirme ve ticarileşme yetkinliklerinin desteklenmesi, ticarileşme potansiyeli yüksek YZ teknolojileri ile bireysel ve toplumsal fayda odaklı projelerin yanı sıra YZ'nin geliştirilmesi ve kullanılması bakımından gerekli olan yerli bulut altyapıları, mikroçip üretimi ve enerji verimliliği sağlayan sistemler gibi alanlarda Ar-Ge faaliyetlerine odaklanılması şartlarıyla destek verecek "Yapay Zekâ Ortak Araştırma ve Ürün Geliştirme Merkezi ve Fonu"nun oluşturması.	Orta-Uzun
93	Kamu kurumları, üniversiteler ve özel sektör arasında ortak yürütülecek Ar-Ge projelerinin teşvik edilmesi, bu projelerin farklı sektörlere uyarlanabilir ve tekrar kullanılabilir çözüm setleri üretmeyi hedeflemesi. Kamu-özel sektör ortaklığıyla YZ uygulamalarını geliştirmeye ve kullanmaya yönelik staj ve mentorluk modellerinin hayata geçirilmesi ve özellikle genç girişimciler için üniversite kampüslerinden başlayacak şekilde finansman ve mentorluk desteği sağlanması.	Kısa
94	YZ kullanımının şeffaf bir şekilde beyan edilmesi ve nihai sorumluluğun her zaman araştırmacılarda olduğunun vurgulanması koşuluyla bilimsel yazım, raporlama ve yayın süreçlerinin otomasyonu için YZ destekli yazım, araştırma ve bilimsel üretim süreçlerinin teşvik edilmesi ve bu alanda farkındalığın artırılması.	Kısa
95	Bilimsel laboratuvar operasyonlarının daha verimli hale getirilmesi, numune yönetimi, test sonuçlarının analizi, cihazların ve personelin akıllı planlaması gibi süreçlerin optimize edilmesi ve laboratuvarın genel verimliliğinin artırılması amacıyla Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemlerine (LIMS) YZ modüllerinin derinlemesine entegrasyonunun teşvik edilmesi.	Orta-Uzun

Öneri No	Öneri	Vade (Kısa/Orta/Uzun)
96	Bilim ve teknoloji politikalarının oluşturulma sürecine nicel, kanıta dayalı ve öngörücü bir boyut kazandırmak amacıyla YZ destekli "Bilimin Bilimi" (AI4SoS) araçlarının entegrasyonunun teşvik edilmesi.	Orta-Uzun
97	YZ teknolojilerinin geliştirilmesinde ve kullanımında verinin paylaşım ve kullanımını kısıtlamadan mahremiyet ve veri gizliliğinin korunmasına imkân tanıyan mahremiyet artırıcı teknolojiler ve anonimleştirme teknikleri alanında yapılan araştırmalara yönelik kamu destekli Ar-Ge fonlarının artırılması.	Orta
98	Yarı iletken teknolojilere, biyolojik sistemlere ve nöroteknoloji çalışmalarına özel teşviklerin sağlanması, yapılacak çalışmalar için mevzuat çerçevesinin düzenlenmesi.	Orta
99	Sağlık ve tarım alanlarında yerli YZ girişimlerini desteklemek amacıyla özel Ar-Ge teşvikleri, hibe programları ve kamu-özel sektör iş birliği modellerinin oluşturulması ve büyük şehir hastanelerinde hasta akışı, yatak kullanımı ve ameliyathane takvimlerini optimize eden YZ destekli "Dijital Sağlık Yönetim Merkezleri"nin kurulması; YZ destekli tarım uygulamalarının koordineli ve optimize bir şekilde yürütülebilmesi amacıyla, tarım veri alanı oluşturulması, arazi ve toprak koşullarına uygun veri toplama sistemlerinin kurulması ve drone görüntüleme süreçlerinden yararlanılarak merkezi veri işleme ve analiz platformunu içeren entegre bir merkezi yönetim sisteminin tesis edilmesi.	Orta
RAPORDA YER ALAN BULGU VE ÖNERİLERİN UYGULANMASI VE İZLENMESİNE YÖNELİK ÖNERİ		
100	Raporda yer alan bulguların ve önerilerin ilgili paydaşlara iletilmesi başta olmak üzere, Rapora dair kamuoyunun bilgilendirilmesi ile önerilerin ilgili paydaşlar tarafından uygulanmasına dair takip ve koordinasyonun; Komisyon Başkanı, Başkanvekili, Sözcü ve Kâtip üye olarak görev yapmış milletvekilleri tarafından yapılması.	Kısa-Orta-Uzun

RAPORA İLİŞKİN KARAR İMZA CETVELİ

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞI
Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu
(10/235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801)

Karar No : 3 18.02.2026

KARAR

Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan 10/235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801 Esas Numaralı Meclis Araştırması Komisyonunun yaptığı araştırma ve incelemeler sonucu düzenlemiş olduğu bu Rapor, Genel Kurula sunulmak üzere Yüce Başkanlığa saygıyla arz olunur.

BAŞKAN **Fatih DÖNMEZ** **Eskişehir Milletvekili**	**BAŞKANVEKİLİ** **Jülide SARIEROĞLU** **Ankara Milletvekili**	**SÖZCÜ** **Büşra PAKER** **İstanbul Milletvekili**	**KÂTİP** **Levent UYSAL** **Mersin Milletvekili**
ÜYE **Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ** ek görüşüm vardır **Adana Milletvekili**	**ÜYE** **Lütfiye Selva ÇAM** **Ankara Milletvekili**	**ÜYE** **Zeynep YILDIZ** **Ankara Milletvekili**	**ÜYE** **Hasan ÖZTÜRK** şerhimiz vardır **Bursa Milletvekili**
ÜYE **Cahit ÖZKAN** **Denizli Milletvekili**	**ÜYE** **Sema SİLKİN ÜN** **Denizli Milletvekili**	**ÜYE** **Şahin TİN** **Denizli Milletvekili**	**ÜYE** **Sevilay ÇELENK ÖZEN** (şerhimiz vardır.) **Diyarbakır Milletvekili**

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ BAŞKANLIĞI

Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu

(10/235, 837, 1601, 1602, 1800, 1801)

ÜYE Utku ÇAKIROZER Şerhi yoktur. Eskişehir Milletvekili	ÜYE Yunus EMRE Şerhimiz yoktur. İstanbul Milletvekili	ÜYE Tuğba IŞIK ERCAN İstanbul Milletvekili	ÜYE Ednan ARSLAN Muhalefet şerhi yoktur. İzmir Milletvekili
ÜYE Mehmet Ali ÇELEBİ İzmir Milletvekili	ÜYE Ayşe BÖHÜRLER Kayseri Milletvekili	ÜYE Selman ÖZBOYACI Konya Milletvekili	ÜYE Gizem ÖZCAN Muhalefet şerhi yoktur. Muğla Milletvekili
ÜYE Zülküf UÇAR Şerhimiz yoktur. Van Milletvekili	ÜYE İbrahim Ethem SEDEF Yozgat Milletvekili		

RAPORA EK GÖRÜŞ VE MUHALEFET ŞERHLERİ

Adana Milletvekili Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ'ın Ek Görüşü

Komisyon raporununa ilişkin İYİ Parti Ek Görüş ve Önerileri ektedir. 13.02.2026

TBMM Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu'na İlişkin
İYİ Parti Ek Görüşü ve Önerileri

Komisyon tarafından hazırlanan rapor, yapay zekâ teknolojilerinin ekonomik, sosyal, bilimsel ve stratejik boyutlarını kapsamlı biçimde ele almakta; bu alanda atılması gereken adımlara ilişkin önemli tespitler içermektedir. Ancak söz konusu raporun, yapay zekânın toplumsal etkileri, temel hak ve özgürlükler üzerindeki sonuçları, demokratik denetim mekanizmaları ve sosyal devlet perspektifi bakımından eksiklikler taşıdığı görülmektedir.

İYİ Parti olarak yapay zekâ politikalarının yalnızca teknik bir dönüşüm süreci olarak değil; aynı zamanda hukuki, ahlaki ve toplumsal bir dönüşüm olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktayız. Yapay zekâ uygulamalarının merkezine insan onuru, bireysel özgürlükler, mahremiyet hakkı, adalet ve eşitlik ilkeleri yerleştirilmeden oluşturulacak politikaların sürdürülebilir olması mümkün değildir.

Raporda ağırlıklı olarak yürütme organı merkezli bir kurumsal yapılanma öngörülmüş; Türkiye Büyük Millet Meclisi'nin demokratik denetim rolü yeterince vurgulanmamıştır. Oysa yapay zekâ gibi toplumun tüm alanlarını etkileyen bir teknolojinin, yalnızca idari düzenlemelerle değil, güçlü bir parlamenter denetim ve şeffaflık mekanizmasıyla yönetilmesi zorunludur.

Veri yönetişimi başlığı altında yapılan değerlendirmeler teknik boyutta kalmış; vatandaşın kişisel verileri üzerindeki egemenliği, veri sömürgeciliği riski ve yabancı teknoloji şirketlerine bağımlılık tehlikesi yeterince açık biçimde ele alınmamıştır. İYİ Parti olarak veriyi stratejik bir milli değer olarak görmekte ve dijital egemenlik ilkesinin hukuki güvence altına alınmasını zorunlu kabul etmekteyiz.

Yapay zekâ uygulamalarının kamu yönetiminde yaygınlaşmasıyla birlikte, gözetim toplumu riskinin ortaya çıkabileceği açıktır. Yüz tanıma, biyometrik veri analizi, davranış

tahmini ve duygu analizi gibi teknolojilerin sınırları açıkça çizilmeden kullanılması; demokratik toplum düzeni açısından ciddi sakıncalar doğurabilecektir.

Ayrıca raporda yapay zekânın istihdam üzerindeki etkileri teknik düzeyde ele alınmış; sosyal devlet perspektifiyle alınması gereken önleyici ve telafi edici politikalara yeterince yer verilmemiştir. Yapay zekâ dönüşümünün yeni bir toplumsal eşitsizlik alanı üretmemesi için eğitim, meslek dönüşümü ve sosyal güvenlik politikalarının eş zamanlı yürütülmesi gerekmektedir.

Bu nedenlerle İYİ Parti olarak aşağıdaki ilke ve önerilerin rapora eklenmesini gerekli görmekteyiz:

1. Yapay zekâ uygulamalarında insan denetimi zorunlu olmalı; nihai karar süreçlerinde sorumluluk insanda kalmalıdır. Yapay zekâ sistemlerinin karar alma mekanizmalarına dahil edildiği her süreçte, "insan gözetimi" ilkesi zorunluluk olarak uygulanmalı ve sistemlerin otonom yapısı insanın denetleme yetkisinin önüne geçmemelidir. Teknolojik süreçler ne kadar karmaşık olursa olsun, bireylerin temel haklarını etkileyen kararlarda yapay zekâ yalnızca destekleyici bir araç olarak kalmalı; ortaya çıkabilecek hataların hukuki ve ahlaki sorumluluğu her zaman gerçek kişilerde saklı tutulmalıdır. Bu sayede, algoritmalara devredilemez bir alan olan insan onuru ve iradesi, teknolojik dönüşümün merkezinde korunmaya devam edecektir.
2. Vatandaşların yapay zekâ tabanlı sistemler tarafından alınan idari kararlara karşı, bu kararın hangi kriterlere ve verilere dayandığını anlaşılır bir dille öğrenme hakkı anayasal bir güvenceye kavuşturulmalıdır. Şeffaflık ilkesi gereği, bireylere algoritmik sonuçlara karşı etkin itiraz mekanizmaları sunulmalı ve bu süreçlerin sonunda yargı yoluna başvuru imkânı hiçbir kısıtlamaya tabi olmaksızın açıkça düzenlenmelidir. Böylece kamu yönetiminde yapay zekâ kullanımı, hukuk devleti ilkeleriyle uyumlu ve denetlenebilir bir zemine oturtulmuş olacaktır.
3. Yapay zekâ politikalarının sadece yürütme organına bırakılmaması adına, doğrudan TBMM denetimine tabi, idari ve mali açıdan bağımsız bir Yapay Zekâ Etik ve Denetim Kurulu ihdas edilmelidir. Böylece, toplumun genelini etkileyen algoritmik süreçlerin şeffaflığı ve tarafsızlığı, güçlü bir parlamenter denetim mekanizmasıyla güvence altına alınmış olacaktır.
4. Veri, stratejik bir milli değer olarak kabul edilmeli ve dijital egemenlik ilkesi çerçevesinde Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarının kişisel verileri mutlak surette ülke sınırları içerisinde korunmalıdır. Vatandaşların kendi verileri üzerindeki egemenliğini

sarsacak, veri sömürgeciliğine yol açacak veya yabancı teknoloji şirketlerine kontrolsüz bağımlılık yaratacak uygulamalara geçit verilmemelidir. Bu doğrultuda, kritik verilerin yurt dışına aktarımı sıkı hukuki şartlara bağlanmalı ve ulusal veri güvenliğini tehdit edebilecek her türlü risk, güçlü yasal bariyerlerle engellenmelidir.

5. Yüz tanıma, biyometrik gözetim ve duygu analizi gibi teknolojilerin kontrolsüz kullanımı, demokratik bir toplumda "gözetim toplumu" riskini beraberinde getireceği için bu sistemlere katı hukuki sınırlar getirilmelidir. Bireylerin mahremiyetini ve hareket özgürlüğünü tehdit edebilecek kitlesel gözetim uygulamaları, yalnızca milli güvenlik gibi istisnai ve kanunla açıkça belirlenmiş durumlarla sınırlandırılmalıdır. Bu teknolojilerin toplumsal alanlarda kullanımının sınırları şeffaf bir şekilde çizilmeli, temel hak ve hürriyetlerin ihlal edilmemesi için sürekli bir denetim mekanizması işletilmelidir.
6. Yapay zekâ dönüşümünün iş gücü piyasasında yaratabileceği olası iş kayıplarına karşı, sosyal devlet ilkesi gereği önleyici ve telafi edici politikalar ivedilikle hayata geçirilmelidir. Bu süreçte çalışanların dijital yetkinliklerini geliştirecek yeniden eğitim ve beceri dönüşüm programları oluşturulmalı, teknolojik işsizlikten etkilenen bireyler için özel sosyal güvenlik destekleri yasal güvenceye kavuşturulmalıdır. Dönüşümün yeni bir toplumsal eşitsizlik alanı üretmemesi için eğitim ve istihdam politikaları, yapay zekâ yatırımlarıyla eş zamanlı ve insan odaklı bir perspektifle yürütülmelidir.
7. Yapay zekâ ekosisteminin gelişimi yalnızca büyük şehirler ve sınırlı sayıda teknoloji devinin tekelinde bırakılmamalı; Anadolu'nun dört bir yanındaki girişimler ve KOBİ'ler sürece dahil edilmelidir. Bölgesel kalkınma farklarını gidermek amacıyla, Anadolu'daki işletmelerin yapay zekâ teknolojilerine erişimini kolaylaştıracak özel teşvik programları ve hibe mekanizmaları hayata geçirilmelidir. Bu sayede teknolojik dönüşümün sunduğu ekonomik fırsatların tabana yayılması ve dijitalleşmenin ülke genelinde dengeli bir refah artışı sağlaması hedeflenmelidir
8. Yapay zekâ tabanlı içeriklerin ve algoritmaların çocuklar üzerindeki psikolojik ve pedagojik etkilerini denetlemek amacıyla kapsamlı koruyucu dijital hukuk mekanizmaları geliştirilmelidir. Aile yapısını ve çocuk gelişimini hedef alan dijital risklere karşı proaktif bir denetim ağı kurulmalı, yapay zekâ uygulamalarının etik sınırları çocuk haklarını önceliklendirecek şekilde yasal çerçeveye oturtulmalıdır. Bu sayede, geleceğimizin teminatı olan çocukların dijital dünyadaki güvenliği, algoritmaların ticari kaygılarından bağımsız bir şekilde devlet güvencesi altına alınmalıdır.
9. Kamu kurum ve kuruluşlarında kullanılan tüm yapay zekâ algoritmaları, kamu kaynaklarının etkin kullanımı ve adaletin tesisi adına tam şeffaflık ilkesiyle

yönetilmelidir. Bu sistemlerin işleyiş mantığı, veri setleri ve karar verme süreçleri; başta Türkiye Büyük Millet Meclisi olmak üzere Sayıştay gibi anayasal denetim organları tarafından düzenli olarak incelenebilir hale getirilmelidir.

10. Yapay zekâ kaynaklı ortaya çıkabilecek karmaşık hukuki ihtilafların ve mağduriyetlerin hızlı, adil ve etkin bir şekilde çözüme kavuşturulması için uzmanlaşmış yargı birimleri kurulmalıdır. Bu birimlerin teknik kapasitesini artırmak amacıyla, algoritmik sistemlerin işleyişine vakıf, yüksek yetkinliğe sahip teknik bilirkişi havuzları oluşturularak yargılama süreçlerine entegre edilmelidir. Böylece, teknolojinin doğasından kaynaklanan özel durumlar karşısında hukuki denetimin yetersiz kalması önlenecek ve dijital çağın gereklerine uygun bir adalet mekanizması tesis edilecektir.
11. Yapay zekâ alanında teknolojik bağımlılığın önlenmesi ve yerli ekosistemin korunması amacıyla açık kaynak yazılım politikaları stratejik bir devlet politikası olarak desteklenmelidir. Sektördeki dev küresel şirketlerin pazarı domine etmesine ve rekabeti engelleyici bir tekelleşme yapısı oluşturmasına karşı mevcut rekabet hukuku düzenlemeleri yapay zekâ dinamiklerine uygun şekilde güçlendirilmelidir. Bu sayede, yerli girişimcilerin ve araştırmacıların teknolojiye erişimi demokratikleşecek ve dijital alanda fırsat eşitliğine dayalı, şeffaf bir piyasa düzeni kurulacaktır.
12. Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki hukuki boşluklarını gidermek ve temel hak ve özgürlükleri güvence altına almak amacıyla, Avrupa Birliği mevzuatıyla uyumlu, risk esaslı bir "Ulusal Yapay Zekâ Kanunu" ivedilikle ihdas edilmelidir. Bu kanun, teknolojinin gelişimini kısıtlamadan, yüksek riskli uygulamalar için sıkı denetim standartları belirlemeli ve dijital dönüşümün her aşamasında hukuk devleti ilkelerinin korunmasını esas almalıdır. Çıkarılacak yasal çerçeve; yalnızca teknik bir düzenleme olmanın ötesinde, özgürlüklerin korunmasını, sosyal adaletin sağlanmasını ve yapay zekânın milletin hizmetinde demokratik bir çerçevede yürütülmesini garanti altına almalıdır.

Sonuç olarak yapay zekâ politikaları; yalnızca teknolojik ilerlemeyi değil, özgürlüklerin korunmasını, sosyal adaletin sağlanmasını ve hukuk devletinin güçlendirilmesini esas almalıdır. İYİ Parti olarak yapay zekânın milletin hizmetinde, insan onuruna saygılı ve demokratik denetime açık bir çerçevede düzenlenmesini zorunlu görmekteyiz.

Ayyüce TÜRKEŞ TAŞ
Adana Milletvekili

Bursa Milletvekili Hasan ÖZTÜRK, Eskişehir Milletvekili Utku ÇAKIRÖZER, İstanbul Milletvekili Yunus EMRE, İzmir Milletvekili Ednan ARSLAN ve Muğla Milletvekili Gizem ÖZCAN'ın Muhalefet Şerhi

TBMM'de Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zeka Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırma Komisyonu Raporu'na ilişkin Cumhuriyet Halk Partisi olarak Muhalefet Şerhimiz:

CUMHURİYET HALK PARTİSİ MUHALEFET ŞERHİ

Değişen dünyada teknolojinin hızla gelişimi ile hayatımıza giren yapay zeka (YZ) toplumsal kurumların işleyişinden hizmet sunum biçimleri ve bireylerin öğrenme pratiklerini derinden etkileyen ve değiştiren bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır.

YZ toplumsal, hukuksal, ekonomik ve ekolojik etkileri son derece geniş olan bir alanı ele almaktadır. YZ yalnızca bilişim teknolojileri alanında yaşanan bir ilerleme olarak değil, ekonomik yapılanmadan kamu yönetimine, emek piyasalarından hukuk düzeni ile enerji ve çevresel politikalara kadar uzanan çok katmanlı etkileri bulunan dönüştürücü bir sosyo-teknik paradigma olarak değerlendirilmektedir.

ABD, Avrupa Birliği ve Çin başta olmak üzere birçok ülkede yapay zekâ uygulamalarının; kamu hizmetlerinde otomatik karar alma, güvenlik ve gözetim sistemleri, istihdam süreçleri ve platform ekonomisi üzerindeki etkileri yoğun akademik ve hukuki tartışmalara konu olmuştur. Bu tartışmalar sonucunda çeşitli seviyelerde risk temelli düzenleme modelleri, etik çerçeveler ve kamusal denetim mekanizmaları geliştirilmiştir. Avrupa Birliği Yapay Zekâ Tüzüğü'nde görüldüğü üzere, yapay zekâ sistemleri yalnızca yenilik ve rekabet unsuru olarak değil; temel haklar, veri koruma, ayrımcılığın önlenmesi ve demokratik hesap verebilirlik açısından da ele alınmaktadır.

Bu çerçevede, yapay zekâ politikalarının, salt piyasa dinamikleri ve verimlilik hedefleriyle sınırlı kalmayıp; kamusal yarar, hukuk devleti ilkesi, mesleki denetim, emek süreçlerinin korunması ve çevresel sürdürülebilirlik temelinde şekillendirilmesi uluslararası alanda giderek kabul gören bir yaklaşım haline gelmiştir. Yapay zekânın bu bütüncül niteliği dikkate alınmadan hazırlanan politika ve düzenlemeler, teknolojik ilerleme iddiasına rağmen toplumsal eşitsizlikleri derinleştirme ve kamusal denetimi zayıflatma riski taşımaktadır.

Bu bağlamda, Cumhuriyet Halk Partisi olarak Türkiye Büyük Millet Meclisi çatısı

altında yapay zeka alanında bir araştırma komisyonun kurulmasını son derece yerinde bulduğumuzu ifade ederiz. Bununla birlikte, muhalefet şerhimizde öncelikli olarak komisyon toplantılarında ortaya çıkan mevcut durumun veri temelli analizinin eksikliği, meslek örgütlerinin sistematik biçimde dışlanması gibi olguların yanı sıra yurttaşın demokratik, özgür ve tarafsız bilgi edinme hakkının sağlanması konusunda yapılabileceklere dikkat çekmek gerektiğini düşünüyoruz.

Talep ve çağrılarımıza rağmen komisyonun haftalık çalışma takvimi milletvekillerinin fikri alınmadan belirlenmiş, toplantının ilk günlerinde önerilen isim ve kurumların önemli bölümü toplantılara davet edilmemiştir. Anayasal kurumlar olan Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) ve onun bileşeni olan Bilgisayar Mühendisleri Odası, Türkiye Barolar Birliği (TBB), işçi sendikaları, basın ve ifade özgürlüğü alanında çalışan meslek örgütleri ve sivil toplum örgütleri gibi hem bu alanda çalışmalar yürüten hem de teknik ve hukuki açıdan bu alanda destek olabilecek ilgili meslek odalarının, emek örgütleri ve bağımsız akademik çevrelerin dinlenmediği ve görüşleri yazılı dahi olsa alınmadığı için rapora yansıtılması mümkün olamamıştır. Komisyona davet edilmeyen, yazılı görüş dahi istenmeyen TMMOB'nin Cumhuriyet Halk Partisi'nin talebi üzerine hazırladığı değerlendirmeyi bu şerhimiz kapsamında rapora ekleyerek kamuoyu ile paylaşmayı görev bilmekteyiz.

Bahsettiğimiz bu meslek örgütleri ve STK'ların dışlanması, kurulan komisyon ve ortaya çıkan raporun katılımcılık, çoğulculuk ve kamusal denetim ilkeleri bakımından yapay zekanın kamusal niteliğini, emek süreçleri üzerindeki etkilerini, mesleki denetim ihtiyacını ve dijital egemenlik boyutunu tartışmalı hale getirmiştir.

Komisyon çalışmaları ve bu çalışmalar sonrasında ortaya çıkan rapor; yapay zekâyı ağırlıklı olarak ekonomik büyüme, rekabetçilik ve yönetsel verimlilik ekseninde ele almakta, yapay zekanın emek süreçleri, mesleki özerklik, kamusal denetim, veri egemenliği, demokratik değerler, çevresel etkiler ve toplumsal eşitsizlikler üzerindeki yapısal sonuçlarını ikincil plana itmektedir. Bu yaklaşım, yapay zekayı teknik bir araca indirgemekte; onu üretim ilişkilerini ve kamusal yaşamı dönüştüren politik-toplumsal bir teknoloji olarak değerlendirmemektedir.

YZ'nin insan zekâsına yakın karar verme yeteneğine ulaşması, dijitalleşmede yeni bir evreye girildiğine işaret etmektedir. Bu yeni evrede, mevcut strateji belgelerinde inovatif ve öngörülü adımların eksikliği dikkat çekmektedir. Hem sürdürülebilir kalkınma, çevre ve refah boyutunda somut vizyonların yetersiz oluşu, hem de küresel ölçekte rekabet için hızlı uyum sağlayacak stratejilerin net olmayışı, Türkiye'nin dijital geleceği açısından riskler

barındırmaktadır.

Komisyon çalışmalarımızın yanı sıra meslek odalarımız, akademik çevreler ve yapay zeka alanında bağımsız çalışmalar yürüten ekiplerle gerçekleştirdiğimiz görüşmelerde de ortaya çıkan sonuç şudur ki: yapay zeka sistemleri yalnızca yazılım değildir. Bu sistemler; fiziksel çevreyi, insan yaşamını, iş güvenliğini, kentleri ve ekosistemleri doğrudan etkileyen mühendislik ürünleridir. Buna karşın raporda mesleki denetim mekanizmalarına ve bağımsız kamu gözetimine ilişkin bağlayıcı bir çerçeve ortaya konulmaması büyük bir eksiklik olarak vurgulanmaktadır.

Bu eleştirel inceleme kapsamında muhalefet şerhimizde; raporun Yapay Zeka ve Türkiye Yapay Zeka Ekosistemi, Yapay Zeka Kazanımları ve Yapay Zekanın Riskleri bölümleri üzerinden dijitalleşme ve YZ politikaları; birey, toplum ve egemenlik eksenlerinde değerlendirilecektir. İlk bölümde, mevcut durum analizi, kamusal veri eksikliği, Türkiye'nin enerji ve altyapıdaki durumu gibi teknik değerlendirmeler ile dijital egemenlik, tekelleşme ve mahremiyet kavramı sorunu ve kişisel veriler üzerinden bireyin konumu ele alınacaktır. Ardından, devletin dijital gücünün demokrasiye etkileri ve otoriterleşme riski tartışılacak; eğitimde YZ kullanımı konusunda anaokulundan yükseköğretime uzanan stratejik risk ve fırsatlar, akademi talepleri değerlendirilecektir. Siyasal propaganda ve algoritmik güç yoluyla demokratik özgürlüklere yönelen tehditler ile kurumların yapılanması ve regülasyonlarda ortaya çıkan çok başlılık riskine karşı meslek örgütlerinin, sivil toplum kuruluşlarının denetim rolü vurgulanacaktır. Dijital egemenlik boyutunda ise, Türkiye'nin rekabet gücü ve dışa bağımlılık meselelerine değinilecek; birey ve toplum merkezli bir dijital gelecek için politika önerileri sunulacaktır. Son bölümde ise komisyona davet edilmeyen meslek örgütlerinin görüşlerine yer verilecektir. Bu bütüncül yaklaşım, dijital dönüşümün ancak demokratik ilkeler ve kamusal yarar gözetilerek yönetildiğinde sürdürülebilir ve kapsayıcı olabileceği inancıyla şekillenmiştir.

- ***Mevcut Durum Analizi ve Veri Eksikliği***

TBMM YZ Araştırma Komisyonu raporunda; Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki kapasitesi, YZ Strateji Belgesi 2021–2025 hedeflerinin gerçekleşme düzeyi, insan kaynağı açığı, altyapı yeterliliği, kamu kaynaklarının kullanım sonuçları somut, ölçülebilir ve denetlenebilir verilerle ortaya konulmamıştır. Örneğin, toplantılarda iktidar yetkililerinin geçmişteki yapay zeka ve uzman sayısının arttırılmasına yönelik hedeflerine dikkat çekilmiş, *"2025 yılı için 50 bin istihdam hedefi koyduk, 10 bin de lisans üstü mezunu yetiştireceğiz"* şeklindeki açıklamalar gündeme getirilmiştir. Komisyon toplantılarına katılan bu alandaki ilgili kurum temsilcileri milletvekillerinin bu alandaki sorularına ilişkin *"Bunu tespit etmenin*

imkanı yok" şeklinde bağlayıcı rakamları açıklamamıştır.

Benzer biçimde Türkiye'de YZ alanında kamu kurumlarını hazırladıkları raporlarda ve Komisyonun çalışmaları boyunca yapılan sunumlarda ve bunların sonucu olarak Araştırma Komisyonunun Raporunda *'YZ'nin ekonomiye sağladığı en büyük kazanımın, makroekonomik büyüme potansiyelini çarpıcı biçimde yukarı taşıması olduğu'* ve Türkiye için her yıl 50-60 milyar dolarlık ilave büyüme potansiyeli bulunduğu ısrarla tekrarlanmaktadır. Ancak ne raporda ne de Komisyona gelen yetkililerin sunumlarında tüm bugüne kadar YZ'nin Türk ekonomisine kazandırdığı büyüme ile ilgili herhangi bir somut gerçekleşme rakamının ortaya konulamamış olması düşündürücüdür.

Ülkemizin şu anki YZ gelişmişliğine ya da tecrübesine; mevcut kurumlarının faaliyetlerine ilişkin durum tespiti yapılmaması da dikkat çekerken, dünya gelişmişliği ya da rakiplerle ile ilgili karşılaştırmalı yorumlara yer verilmediği de görülmüştür.

Bu bağlamda hem komisyon toplantılarında yapılan sunumlar hem de saha ziyaretlerinde ortaya çıkan durum göstermektedir ki ileriye dönük iddialı hedefler, büyüme projeksiyonları karşısında elde edilebilir somut veri bulunmamaktadır. Mevcut durum analizine dayanmayan stratejik hedefler uygulanabilirlik ve denetlenebilirlik açısından ciddi riskler barındırmaktadır.

- **YZ Hedeflerinin Öngörülebilirliği ve Kurumlar Enflasyonu**

Raporda kamusal örgütlenme şemasına 6 ayrı yapılanma önerilmiştir: *(i) TBMM nezdinde bir "Yapay Zekâ ve İleri Teknolojiler Komisyonu (ii) Yapay Zekâ Etik Kurulu (iii)Türk Yapay Zekâ Kurumu (iv) Türk Veri Kurumu (v) Üst Düzey Yapay Zekâ İstişare Platformu (vi) Dijital Yetenek Ofisi (vii) YZ destekli "Ulusal Kriz ve Afet Yönetim Merkezi" (viii) Yapay Zekâ Ortak Araştırma ve Ürün Geliştirme Merkezi ve Fonu" (ix) Dijital Sağlık Yönetim Merkezleri.* Bu haliyle, yine raporda ifade edilen ve tüm muhataplarımızın ısrarla dile getirdiği 'kurum enflasyonunun önüne geçilmesi' amacıyla açıkça çelişmektedir. Bu bağlamda görüşlerine başvurduğumuz YZ alanında çalışmalar yürüten uzmanlar; öncelikle yapay zekayı ve bileşenlerini kavrayan vizyon belgesi hazırlanarak nasıl bir vizyon hedeflendiğinin belirlenmesinin önemine dikkat çekmektedir. Daha sonra ülkemizin YZ entegrasyon misyonunu yerine getirecek örgütlerin yapılandırılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca yeni oluşturulacak kurum ve kurulların misyon ve işlevlerinin uzun vadede kısıtlayıcı ya da 'polislik yapıcı' bir noktaya evrilmesi olasılığı da uzmanlarca sıklıkla dile getirilen kaygılardan biridir.

Raporda 2030'a kadar Türkiye'nin "küresel öncü bir YZ aktörü" olması hedefi konmaktadır. Ancak bu vizyon mevcut gerçeklerle karşılaştırıldığında oldukça iyimser

görünmektedir. Çünkü Türkiye'nin şu anki GPU kapasitesi, veri merkezi yatırımları ve yetişmiş insan kaynağı sayıları dikkate alındığında bu hedefin gerçekçi olmadığı görülmektedir. ABD ve Çin gibi ülkelerin yıllık YZ Ar-Ge harcamaları milyarlarca dolara ulaşırken, Türkiye'nin bu ölçekte bir iddiayı gerçekleştirecek finansal ve teknolojik kaldıraçları nasıl yaratacağı raporda belirsiz kalmıştır. Raporda bu konuda detaylı bir kaynak planlaması yer almadığı için stratejinin uygulama boyutunda bir temenniler listesine dönüşme riski bulunmaktadır. Örneğin, en gelişmiş YZ modellerinin eğitimi her yıl katlanarak artan maliyetlere yol açmaktadır; dolayısıyla Türkiye'nin böyle bir yarışta öne geçebilmesi için belirli ve büyük ölçekli yatırımlar ile altyapı hamlelerine ihtiyaç vardır. Bu adımlar somutlaştırılmadığı takdirde 2030 hedefi de kâğıt üzerinde kalabilecektir.

- **Altyapı, Donanım ve İşlemci Gücü Eksiklikleri**

Raporda ortaya konan yapay zekâ hedefleri ile Türkiye'nin mevcut internet, fiber altyapı, enerji iletim ve dağıtım kapasitesi arasında ciddi bir uyumsuzluk bulunmaktadır. Toplantılara katılan kurum temsilcilerinin ya da saha ziyaretlerinde aktarılan eksiklerin başında enerji ve işlem gücü yetersizliği gelmektedir. YZ'nin temelini oluşturan grafik işlemci (GPU) veya çip gibi donanım ve yazılım altyapılarındaki eksiklikler sık sık gündeme gelmiştir. YZ alanında çalışma yürüten üniversiteler GPU ve çip gibi donanım eksikliğinin çalışmaların önüne geçecek en önemli hususlardan biri olduğuna vurgu yapmaktadır. Özellikle Anadoluda akademideki laboratuvar çalışmalarında randevu ile süper bilgisayarlardan faydalanıldığı, yeterli enerji ve işlem gücü olmaması nedeniyle ayları bulan bekleme süreleriyle çalışmaların tamamlanmaya çalışıldığı belirtmiştir.

Keza elektrik iletim ve dağıtımında yaşanan sıkıntılar ve sık sık görülen kesintiler, enerji altyapımızın da yüksek teknoloji yatırımları için yeterince güvence sunamadığını göstermektedir. Raporda veri merkezleri kurma hedefi birkaç kez yinelenmiştir; ancak bu veri merkezlerinin enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağı veya çevreye etkilerinin nasıl yönetileceği açıklanmamıştır. Oysa büyük veri merkezleri son derece yüksek miktarda elektrik tüketir ve soğutma ihtiyacı nedeniyle ciddi çevresel ayak izine sahiptir. Bu konuda, şebeke kapasitesinin bu talebi karşılayacak şekilde artırılıp artırılmayacağı, yenilenebilir enerji entegrasyonunun sağlanıp sağlanmayacağı gibi sorular yanıtsız kalmıştır.

Türkiye'nin YZ konusunda bölgesel öncü ya da küresel güç olma hedefi, mevcut internet ve enerji altyapısında zorunlu iyileştirmeler yapılmadan gerçekçi değildir. Bugün geniş bant internet altyapımız, özellikle fiberoptik ağ uzunluğu bakımından yetersiz kalmaktadır. 2024 Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) verilerine göre, Türkiye'de fiber ağ uzunluğu yaklaşık 605 bin km civarındadır; oysa uzmanlar, ülkenin nüfusu ve

coğrafyası dikkate alındığında en az 4 milyon km fiber ağa ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir.

YZ sistemlerinin iyileştirilmesi için enerji talebinin, altyapı eksikliklerinin giderilmesi mutlak öncelik konumundadır. Türkiye, fiberoptik iletişim altyapısını ve enerji altyapısını güçlendirmeden YZ hedeflerine tam olarak ulaşamaz. Mevcut altyapı gerçekliği dikkate alınmadan belirlenen hedefler, kamusal kaynakların etkin olmayan biçimde kullanılmasına yol açma riski taşımaktadır.

- **Veri Sahipliği ve Kamusal Veri Rejimi**

Veri sahipliği ve kamusal veri rejimi, yapay zekâ politikalarının en kritik unsurlarından biridir. Komisyon toplantılarında tartışılmasına rağmen, raporda verinin kamusal niteliği, kamu verilerinin özel sektör tarafından hangi koşullarda ve hangi sınırlar içinde kullanılabileceği, özel sektörce üretilen verilerin kamu hizmetlerinde değerlendirilmesine ilişkin ilke ve güvenceler konularında açık, bağlayıcı ve hak temelli bir çerçeve ortaya konulmamıştır. Veri, ağırlıklı olarak ekonomik değer üreten bir girdi ve rekabet unsuru olarak değerlendirilmiş; yurttaş hakları, kişisel mahremiyet, kamusal denetim ve demokratik hesap verebilirlik boyutları geri plana itilmiştir.

Yapay zekâ sistemlerinin işleyişi, büyük ölçüde geniş ölçekli veri setlerine dayanmaktadır. Bu veri setlerinin önemli bir bölümü; kamu kurumlarının faaliyetleri sırasında üretilen, yurttaşlara ait kişisel bilgileri ve toplumsal yaşamın tamamını kapsayan kamusal verilerden oluşmaktadır. Bu alanda komisyonda sunum yapan *Açık Veri ve Teknoloji Derneği* temsilcileri, Türkiye'de açık veri ekosistemiyle ilgili yayınladıkları veriler üzerinden merkezi hükümetin açık veri organizasyonunda bulunmadığını belirtmiş, bu konuda yerel yönetimlerin önde olduğunu, Türkiye'de açık veri programına sahip şu an 12 büyükşehir, 5 de ilçe belediyesi bulunduğuna dikkat çekmiştir. Dernek, kamusal veri rejimi konusunda e-devlet uygulaması gibi açık verilerin kamu tarafından yayınlanmasını sağlayacak 'ulusal açık veri portalı' sisteminin hayata geçirilmesi önerisinde bulunmuştur.

Yine komisyon çalışmalarında gündeme gelmesine rağmen kamuya ait verilerin anonimleştirilmesi, bunun hangi koşullarda anonimleştirileceği, nasıl paylaşılacağı, hangi amaçlarla kullanılabileceği ve bu süreçlerin kim tarafından denetleneceği açık biçimde düzenlenmemiştir. Bu yaklaşım, kişisel verilerin ve kamuya ait bilgilerin denetimsiz biçimde siyasal, ticari veya güvenlik amaçlı kullanım riskini artırmaktadır. Veri temelli algoritmik kararların, bireyler üzerinde ayrımcı, dışlayıcı veya keyfi sonuçlar doğurması ihtimali karşısında, yurttaşların hangi mekanizmalar aracılığıyla hak arayabileceği de raporda açıklığa kavuşturulmamıştır.

- ***Dijital Egemenlik, Tekelleşme, Dışa Bağımlılık ve Strateji Sorunları***

Dijital egemenlik, bir devletin dijital altyapı, veri ve teknolojiler üzerinde kendi kendine yeterli olabilmesi ve bunları stratejik çıkarları doğrultusunda kullanabilmesi anlamına gelmektedir. Başka ülkelere veya şirketlere aşırı bağımlı olmadan, ulusal menfaatleri koruyarak dijital dönüşümü gerçekleştirmek amacı Türkiye'nin YZ politikalarında ifade edilmekle birlikte somut stratejik planların eksikliği uzmanlar tarafından dile getirilmiştir.

Raporda dijital egemenlik kavramı, stratejik ve yapısal boyutlarıyla ele alınmamış; büyük ölçüde soyut bir hedef olarak zikredilmekle yetinilmiştir. Küresel teknoloji tekellerinin donanım, yazılım, veri ve algoritmalar üzerindeki belirleyici hâkimiyetine karşı hangi hukuki, mali ve kurumsal politika araçlarının geliştirileceği açık biçimde ortaya konulmamıştır. Bu durum, dijital egemenlik iddiasını somut bir kamu politikası olmaktan çıkararak temenniler düzeyine indirgemektedir.

Oysa yapay zekâ teknolojileri; çip tasarımı ve üretiminden, veri merkezlerinin kurulumu ve işletilmesine, bulut bilişim altyapılarından, büyük dil modelleri ve temel yazılım kütüphanelerine kadar uzanan bütüncül bir bağımlılık zinciri yaratmaktadır. Bu zincirin her bir halkası, küresel ölçekte sınırlı sayıda şirketin kontrolü altında bulunmaktadır. Türkiye'nin bu alanlarda dışa bağımlılığı devam ederken, yalnızca uygulama ve kullanım katmanına odaklanan bir yapay zekâ politikası geliştirilmesi, dijital egemenlik iddiasıyla açık bir çelişki oluşturmaktadır.

Raporun *Türkiye Bağlamındaki Değerlendirme* başlığında; mevcut durum *"Kamu kurumları ve üniversiteler genellikle ithal GPU sistemlerine bağımlı çalışmakta, büyük dil modelleri gibi yüksek kapasiteli sistemleri yerli altyapı üzerinde eğitmekte zorlanmaktadır. Türkiye, YZ sistemlerinin uygulanmasında çoğunlukla dış kaynaklı donanım ve platformlara bağımlı bir konumdadır. Bu tablo, özellikle savunma, sağlık ve adalet gibi yüksek güvenlik hassasiyeti olan sektörlerde dışa bağımlılığı ve kırılganlığı artırmakta; kritik dijital egemenlik sorunlarını gündeme getirmektedir. Ayrıca küresel çip krizleri gibi olaylar, yerli YZ sistemlerinin zamanında hayata geçirilmesini zorlaştırmakta, Ar-Ge süreçlerini yavaşlatmaktadır"* şeklinde analiz edilirken, bu bağımlılığı ortadan kaldıracak somut adım önerilerine yer verilmemiştir.

Bu bağlamda, Türkiye'de YZ çalışmalarında donanım ve temel yazılım katmanlarında dışa bağımlılığın süreceği öngörülürken, uygulamada büyük ölçüde küresel teknoloji şirketlerinin altyapı ve lisanslarına dayalı çözümler üretilmesi riskini de barındırmaktadır. Bu yaklaşım, kısa vadede bazı teknolojik kazanımlar sağlasa dahi, uzun vadede yeni bir teknolojik bağımlılık ve kamusal veri kaybı yaratma potansiyeline sahiptir.

Raporda YZ alanındaki tekelleşmeye karşı Türkiye'nin alacağı önlemlerin belirsiz tutulması kaygı vericidir. Örneğin dünyanın en gelişmiş AI çiplerini üreten firmanın ABD merkezli NVIDIA olduğu, yüksek kapasiteli bulut hizmetlerinin Amazon ve Microsoft gibi şirketlerce sağlandığı, büyük dil modellerini geliştirenlerin de yine ABD ve Çin merkezli olduğu bilinmektedir. Ulusal stratejide, dünya devlerinin oluşturduğu bu tekel yapısına karşı nasıl bir teknolojik politika izleneceği veya Türkiye'de faaliyet gösteren bu tekellere dair bir düzenleme olup olmayacağı açık değildir. Ayrıca yerli teknoloji üreticilerinin dev küresel rakiplere karşı korunmasına yönelik politikalara da raporda değinilmemiştir.

Öte yandan, her alanda tam bağımsızlığın kısa vadede mümkün olmadığı açıktır; bu nedenle Türkiye'nin, kendi güçlü olabileceği niş alanları belirleyip buralara yoğunlaşması gerektiği de komisyon çalışmalarında sıklıkla gündeme gelmiştir. TBMM raporunda sağlık, tarım, savunma gibi alanlarda "millî YZ şampiyonları" çıkarma hedefi görülmektedir. Ancak bunun hangi maddi kaynaklar ve hangi yetişmiş insan kaynağı ile sağlanacağı sorusu yanıtsız durmaktadır.

Raporda 'stratejik bağımsızlık arayışının devleti güç olma yönünde adımlar atmaya, girişim ve yatırımları teşvik etmeye yönlendirdiği' vurgulanmaktadır. Ancak bunun için ciddi bir yatırım gerektiği bilinmesine rağmen bu alanda gerekli adımlar maalesef Türkiye'de yerine getirilebilmiş değildir. Nitekim bu acı gerçek uluslararası göstergelere de yansımaktadır. Stanford Üniversitesi'nin düzenli olarak hazırladığı Yapay Zeka İndeksinde (hai.stanford.edu/ai-index/global-vibrancy-tool), 2024 yılı sonunda Türkiye 36 ülke arasında 34. sırada yer alırken, bunda en büyük etkinin neredeyse yok seviyesindeki 'altyapı' ve 'işlemci kapasitesi' alanlarındaki büyük eksikliklerden kaynaklanması hepimizin düşünmesi gereken kaygı verici gerçeklerdir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin dijital egemenlik stratejisi çok boyutlu ve somut politikalara dayanmak zorundadır. Kendi ayakları üzerinde durabileceği alanları tespit eden, gerçekçi hedefler koyan, altyapı ile insan kaynağına yatırım yapan, işbirliklerine açık ancak kritik noktalarda da bağımsızlığını koruyan bir yaklaşım benimsenmelidir. Aksi halde küresel dijital yarışta ya tamamen dışa bağımlı bir pazara dönüşür ya da içe kapanıp rekabet gücünü yitiririz. Bu iki uç arasındaki akıllı dengeyi kurarak dijital dünyada söz sahibi olmanın bir yolu bulunmaktadır ve bunu hayata geçirmek başta TBMM olmak üzere tüm karar alıcıların görevi olmalıdır.

- ***Kişisel Verilerin Korunması ve Yurttaşın Mahremiyet Güvenliği tartışması***

Dijital çağda "mahremiyetin korunması" temel bir endişe olarak karşımıza çıkmaktadır. Mahremiyet tartışmaları genellikle kişisel verilerin izinsiz kullanımı veya ifşası

üzerinde yoğunlaşmaktadır. Komisyon toplantılarında da yapay zekâ sistemlerinin yürüttüğü veri işleme süreçlerinde hangi verilerin ne ölçüde toplandığı, işlendiği veya paylaşıldığı konusunda kamuoyuna ve yasal zemine net bilgi verilmediğine işaret edilmiştir. Bu belirsizliğin bireylerin mahremiyetinin etkin korunamaması riskini beraberinde getirdiği tartışılmıştır.

Günümüzde pek çok kişi temel mahremiyet endişelerini bilerek ya da bilmeyerek bir kenara bırakıp hizmetlere erişim için verilerini paylaşmaktadır. Buradaki risk, verilerin yasal ya da teknik yollarla "anonimleştirilse" bile büyük veri havuzlarında birleştirilerek yeniden kişilere bağlanabilmesidir. Literatürde, anonimleştirilmiş veri setlerinin farklı kaynaklarla birleştirildiğinde bireylerin kimliğinin %95 doğrulukla tespit edilebildiği ortaya konulmuştur. Yani mahremiyetini korumaya çalışan bireylerin çabaları tek başına yeterli değildir; regülasyonların ve teknoloji uygulamalarının da bilgi tekelleşmesini önleyici olması gerekmektedir. Aksi takdirde, mahremiyet teoride korunsa dahi kamusal ve özel alandaki dev veri tekelleri nedeniyle "bilenler" ve "bilinenler" şeklinde keskin bir güç ayrımı ortaya çıkacaktır.

Türkiye özelinde bakıldığında, ulusal strateji belgelerinde verinin bir kamu değeri olarak ele alınmasında önemli boşluklar olduğu görülmektedir. Bir önceki başlıklarda da belirtildiği gibi; raporda verinin kamusallığı, veri sahipliği ve kamu verilerinin özel sektör YZ uygulamalarında kullanım koşulları konusunda net görüşler veya öneriler yer almamaktadır. Keza, özel şirketlerin elindeki verilerin kamu yararına kullanılabilmesi ya da denetlenmesi hususları da belirsizdir. Bu durum, kamusal verinin ve kişisel bilgilerin kullanılmasında ciddi bir yönetişim eksikliğine işaret etmektedir. Oysa Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) gibi düzenlemeleri, veri tekelleşmesini ve mahremiyet ihlallerini dizginlemek için bireylere önemli haklar tanımıştır. Türkiye'de 2016'da yürürlüğe giren Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) benzer şekilde bir çerçeve sunmuş olsa da hızla gelişen YZ uygulamaları karşısında yetersiz kalabilecektir. *Örneğin,* KVKK ve GDPR uyumunu gözetirken aynı zamanda açık verinin inovasyona katkısını dengeleyecek güçlü bir 'Veri Yönetişim Çerçevesi'ne ihtiyaç vardır.

Dijital çağda bireylerin korunması yalnızca kişisel bilgilerini saklı tutmakla sağlanamaz. Asıl mücadele, bilginin ve verinin tekelleşmesini önlemek, bilgiye demokratik erişimi mümkün kılmak ve bireylerin kendi verileri üzerindeki kontrolünü artırmak olmalıdır. Bunun için hem ulusal düzenlemelerin güçlendirilmesi hem de uluslararası teknoloji tekellerine karşı rekabet ve antitröst politikalarının etkin uygulanması gereklidir. Aksi halde, mahremiyetin sadece kağıt üzerinde korunduğu pratikte birkaç aktörün gölgesinde kalan

bireyler ve toplumlar ortaya çıkması kaçınılmazdır.

- **Algoritmaların Tarafsızlığı ve Şeffaflık Krizi: Dijital Devletin Demokratik Sınavı**

YZ sistemlerinin devletin karar alma süreçlerinde yoğun kullanılmaya başlanması şeffaflık ve tarafsızlık tartışmasını da beraberinde getirmiştir. "Algoritmik yönetişim" olarak adlandırılan bu süreç, şeffaflık, hesap verebilirlik ve demokratik denetim ilkelerini ciddi biçimde zorlamaktadır.

Adalet, güvenlik, sosyal yardım, vergi veya istihdam gibi alanlarda kullanılan algoritmalar, kararların nasıl alındığını yurttaşlar açısından görünmez hâle getirebilmektedir. Bir YZ sistemi kimin sosyal yardım alacağına, kimin polis takibine takılacağına ya da hangi bölgenin daha sık denetleneceğine karar veriyorsa; bu kararların hangi kriterlere dayandığı çoğu zaman bilinmez durumdadır. *"Kara kutu"* hâline gelen bu sistemler, demokratik denetimi zayıflatmakta ve eğer hatalı ya da önyargılı algoritmalar ayrımcılığa yol açarsa yurttaşların itiraz mekanizmalarını etkisiz kılabilmektedir.

Yapay zekâ sistemlerinin "nesnel" ve "yanılmaz" olduğu yönündeki yaygın kanaat, en tehlikeli yanılgılardan biridir. Oysa algoritmalar, onları besleyen veriler kadar tarafsızdır. Geçmişteki önyargılı, ayrımcı veya hatalı verilerle eğitilen sistemler, bu eşitsizlikleri çoğu zaman daha da derinleştirerek yeniden üretmektedir.

Bu konuda, yapay zekâ politikası, etiği ve yönetişimi alanında dünya çapında tanınmış bir uzman olan, Center for AI and Digital Policy bünyesinde Yapay Zekâ ve Dijital Politika Başkanı olarak görev yapan Merve Hickok da komisyon toplantısında yaptığı sunumda çarpıcı örnekler paylaşmıştır. Hickok, komisyon toplantısında yaptığı sunumda;

"Yapay zekâ sistemleri kadınlara, yaşlılara, engellilere, etnik ve dinî azınlıklara karşı daha ön yargılı ve negatif kararlar veriyor. Bu konuda birçok vaka var. Yüz tanıma sistemleri büyük hata oranlarına eğilimli, özellikle daha koyu tenli insanlar için. Bu durum anlaşılmadan güvenlik kuvvetleri tarafından kullanıldığında insanların haksız yere tutuklanmasına yol açabiliyor. Kontrollü ve güvenli olmadan kullanılan yapay zekâ sistemleri hasta tedavilerinde ciddi kalite farklarına yol açabiliyor. Devletlerin kendi kullandığı bazı sistemler, yapay zekâ sistemleri insanların hayatlarını altüst edebiliyor. Bunun bir örneği Hollanda'da, Hollanda Vergi Kurumunun kullandığı bir algoritmanın binlerce insanı, ağırlıkla göçmenleri yanlışlıkla vergi kaçakçısı olarak işaretlemesiydi. Binlerce insanın iflasına, ailelerin parçalanmasına yol açtı ve bu skandal sonunda Hollanda Hükûmetinin de istifasına kadar gitti. Benzer skandalları ABD, Avustralya, İsveç ve Fransa'nın kamu kurumlarında da görüyoruz. Ağırlıklı olarak risk profil algoritmalarında karşımıza çıkıyor"

şeklinde örnekler vermiştir.

Örnekte de görüldüğü üzere özellikle öngörülü polislik (predictive policing) denilen suç tahmin sistemleri bu konuda ibretlik bir örnek oluşturmaktadır. ABD ve Avrupa'daki tecrübeler, suç verilerine dayalı tahminler yapan algoritmaların geçmiş verilerdeki ırksal veya sosyoekonomik önyargıları pekiştirdiğini göstermiştir. Yani bu sistemler, geçmişte daha çok belirli grupları hedef alan kayıtlar nedeniyle gelecekte de aynı grupları orantısız şekilde izleme eğilimi sergileyebilmektedir.

Türkiye'de bu tür YZ destekli güvenlik sistemlerinin devreye alınması, eğer denetimsiz kalırsa demokratik hak ve özgürlükler üzerinde bir baskı aracına dönüşebilir. "Yapay zekâ yanılmaz ve nesneldir" gibi bir yanılsamaya kapılarak bu sistemlere aşırı güvenmek, masum insanların haksız soruşturmalara maruz kalmasına veya belirli mahallelerin ve sosyal kesimlerin sürekli gözetim altında tutulmasına yol açabilir. Bu da hukuk devleti ve eşitlik ilkelerine aykırıdır.

Bu nedenle devletin kullandığı algoritmaların saydamlığı ve hesap verebilirliği sağlanmalıdır. TMMOB, algoritmaların şeffaflığı konusunda yasal düzenlemeler yapılması gerektiğini özellikle vurgulamaktadır. Buna göre, kamunun veya özel şirketlerin hayatımıza etki eden YZ sistemleri bağımsız denetime açık olmalı; kullanılan veri setleri, kriterler ve olası hata/önyargı payları ilgili uzmanlarca incelenebilmelidir. Örneğin, bir vatandaş algoritmik bir karar sonucunda olumsuz etkilenirse (reddedilen bir kredi başvurusu veya yüksek risk puanı aldığı için aracının durdurulması gibi), bu kararın gerekçesini anlama ve gerektiğinde itiraz etme hakkına sahip olmalıdır. Avrupa Birliği'nin YZ mevzuatında da yüksek riskli yapay zekâ uygulamaları için benzeri şeffaflık ve açıklanabilirlik şartları getirilmeye çalışılmaktadır.

• YZ'de Siyasal Propaganda ve Demokratik Özgürlüklere Tehditler

YZ uygulamaları demokrasi için hem önemli fırsatlar hem de ciddi tehditler barındırmaktadır. Kamusal hizmetlerin etkinleşmesi ve yurttaş katılımının artması mümkün olduğu gibi, denetimsiz bir YZ süreci dijital otoriterlik eğilimlerini de güçlendirebilir. Ancak raporda yapay zekâ sistemlerinin bu alanda yol açabileceği ayrımcılık, keyfilik ve hak ihlallerine ilişkin riskler, bu risklerin önlenmesine yönelik bağlayıcı ve denetlenebilir mekanizmalara dikkat çekilmemiştir.

Demokratik bir toplumun sağlıklı işlemesi, vatandaşların doğru bilgiye erişebilmesi, farklı görüşlerin serbestçe tartışılabilmesi ve bilişsel çeşitliliğin korunmasıyla mümkündür. Ancak gelinen süreçte üretken YZ tabanlı sohbet botları veya sesli asistanlar muhatap oldukları bireylerin görüşlerini değiştirebilecek seviyeye ulaşmıştır. Eğer merkezi yönetim,

geleneksel kitle iletişim araçlarının yanı sıra sosyal medyada da YZ destekli propaganda faaliyetlerini tekeline alırsa, toplumun gerçeklik algısını tek taraflı biçimde şekillendirebilir. Böyle bir senaryoda, günün şartlarına uyumlu görünen fakat çoğulculuğu yok eden yapay bir gerçeklik inşa ederek hegemonik bir zihniyeti toplum genelinde hâkim kılmak mümkün hale gelebilir. Bunun neticesinde toplumun kendi dinamikleriyle, organik ve özgür bir şekilde dönüşüm geçirmesi engellenebilir; adeta distopik bir düzen riski belirebilir.

YZ uygulamalarının en çarpıcı etkilerinden biri de siyasal iletişim ve propaganda alanında görülmektedir. Geleneksel kitle iletişim araçlarının yanına, artık sosyal medya algoritmaları ve yapay zekâ tarafından üretilen içerikler de eklenmiştir. Üretken yapay zekâ (generative AI) yöntemleri sayesinde, metinden görüntüye ve sese kadar gerçeğinden ayırt edilmesi zor propaganda malzemeleri üretmek mümkün hale gelmiştir. Bu durum, demokratik toplumlarda enformasyon ekosistemini ve seçmen davranışlarını ciddi ölçüde tehdit etmektedir.

Yapılan araştırmalar, YZ tarafından üretilen mesajların politika konularında insanları ikna edebileceğini göstermektedir. Geniş dil modelleri (LLM'ler) ve benzeri teknolojiler, bir propaganda metnini veya sahte haberi hedef kitlenin değer ve görüşlerine uygun biçimde son derece inandırıcı bir şekilde üretebilmektedir. İnsan propagandacılardan farklı olarak YZ, neredeyse sınırsız veriye anında erişip argümanlarını destekleyecek içerikler yaratabildiği için özgür iradeyi dahi yönlendirme potansiyeli taşımaktadır.

Dezenformasyon kampanyaları, bot hesaplar, sahte videolar (deepfake) ve mikro-hedefleme teknikleriyle seçmenler manipüle edilebilmektedir. Üstelik bu faaliyetler sadece yurtiçindeki aktörlerle sınırlı kalmayıp başka devletlerin seçimlere müdahale girişimleri gibi uluslararası operasyonlar biçiminde de tezahür edebilir.

2023 Cumhurbaşkanlığı seçimlerinde de yaşandığı gibi Türkiye, hem kendi içinde hem de uluslararası düzeyde bu tehditlere açık bir ülke olup, koordineli manipülasyon girişimlerine de sahne olmaktadır. 2023 Cumhurbaşkanlığı seçimlerine günler kala Cumhur İttifakının adayı Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan İstanbul'da bir kampanya mitingi sırasında Millet İttifakı Cumhurbaşkanı Adayı ve CHP eski Genel Başkanı Kemal Kılıçdaroğlu'nun kampanyasına aitmiş gibi görünen bir video göstermiştir. Bu durumun yurttaşların oy kullanma eğilimini etkilediği de birçok kamuoyu araştırmasında gözlenmiştir.

Cumhur İttifakının adayı, rakibini terör örgütü PKK liderleriyle birlikte olduğunu gösteren deepfake videoyu seçim kampanyasında kullanmış ve hiçbir yaptırıma uğramamıştır. Seçim süreci bu deepfake kampanyalar üzerinden yürütülürken, devletin resmi yayın organı TRT'de ve diğer tüm TV kanallarında bu video ile seçim propagandası yapılmasına göz

yumulmuş, bu kanallar da hiçbir yargı takibine ve yaptırıma uğramamıştır.

Gelinen süreçte bu ciddi tehdide karşı TBMM'nin ve ilgili kurumların proaktif önlemler alması gerekmektedir ama Türkiye'deki baskıcı yönetim anlayışı altında bu tür demokratik önlemlerin alınması çok da gerçekçi ve olası görünmemektedir. Raporda bu konuda bazı öneriler yer alsa da aslında bu alanda çok daha net ve bağlayıcı düzenlemelerin süratle hayata geçirilmesi şarttır.

Bu alanda çalışan uzmanlar ve meslek odalarının somut önerileri şunlardır:

- **YZ Destekli Propagandaya Sınırlama:** Seçim dönemlerinde siyasi partilerin ve adayların YZ ile üretilmiş içerikleri kullanmasına kısıtlamalar getirilebilir. Özellikle derin sahtekârlık (deepfake) ürünlerinin siyasi amaçla kullanımında seçim iptaline varan caydırıcı yaptırımlar düşünülmelidir. Avrupa Birliği'nin hazırladığı YZ Tüzüğü (EU AI Act) bu konuda genel bir çerçeve sunmaktadır. Türkiye de benzer şekilde YZ'nin aldatıcı ve hassas grupları istismar edici kullanımını yasaklamalıdır. Türkiye'nin bu tür düzenlemelere uyum sağlaması hem içeride demokratik sürecin korunmasına hem de AB ile dijital alanda ortak bir zemin yakalanmasına katkı sağlayacaktır.
- **Transparan Algoritmalar ve Denetim:** Sosyal medya platformları ve arama motorları gibi kamuoyu oluşumunda etkili dijital mecralarda kullanılan algoritmalar şeffaf olmalıdır. Bu platformların hangi içeriği hangi kriterlere göre öne çıkardığı, siyasi içerikli reklamları nasıl hedeflediği gibi konularda düzenli raporlama yapması sağlanabilir. AB'nin Dijital Hizmetler Yasası (DSA) gibi büyük platformların algoritmalarını denetleyecek bir mekanizma Türkiye'de de kurulabilir. Bu mekanizma, platformların olası yanlılıklarını, bot hesap faaliyetlerini ve zararlı içerik yayılımını saptayarak raporlayabilir.
- **Sahte Haber ve Dezenformasyonla Mücadele:** Propaganda amaçlı algoritmik manipülasyonun panzehiri, güçlü ve bağımsız bir medya ile donanımlı bir sivil toplumdur. Dijital okuryazarlık eğitimleri yaygınlaştırılarak vatandaşların internetteki içeriklere eleştirel yaklaşma becerisi artırılmalıdır. Ayrıca sosyal medya şirketleriyle iş birliği yapılarak sahte hesapların tespiti, koordineli bot ağlarının engellenmesi ve doğrulama (fact-checking) kuruluşlarının görünür kılınması için teknik çözümler devreye alınmalıdır.
- **Algoritmik Sansüre Karşı Özgürlük:** TBMM raporunda geçen "YZ'nin millî değerlere uygun şekilde geliştirilmesi" ifadesi dikkatle ele alınması gereken bir hususdur. Meslek örgütleri ve uzmanlar bu tanımın içerik üretiminde sansüre veya

algoritmik önyargı riskine yol açabileceğinden endişe etmektedir. Bir YZ modelini belirli ideolojik veya kültürel filtrelerle eğitmek, onun yaratıcı potansiyelini ve evrensel nesnelliğini sınırlayabilir. Dahası, "millî değer" kavramının kim tarafından ve nasıl tanımlanacağı belirsizdir. Bu belirsizlik, siyasi iktidara hoşlanmadığı içerikleri "millî değil" diyerek bastırma fırsatı verebilir. Böyle bir durumda Türkiye'de üretilen YZ modelleri uluslararası alanda da kabul görmeyebilir; zira küresel kullanıcılar tarafsız ve evrensel bilgiye erişim talep etmektedir. Bu nedenle YZ politikalarında kültürel zenginliği teşvik etmek ile resmî ideoloji dayatmak arasındaki ince çizgiye dikkat edilmeli, ifade özgürlüğünü kısıtlayıcı olabilecek adımlardan kaçınılmalıdır.

Özetle, YZ propaganda teknikleri karşısında demokrasiyi korumak için geleneksel yöntemlerden öte çok boyutlu çabalar gerekmektedir. Meclis bünyesinde bu alanı sürekli izleyen ve denetleyen komisyonlar aktif rol üstlenmelidir. Aynı zamanda siyasi partiler ve aktörler de etik ilkelere uymaya davet edilmeli, kamuoyu nezdinde şeffaflık talebi oluşturulmalıdır. YZ çağında bu zenginliği korumanın yolu da ifade ve bilgi özgürlüğünü savunmak ve propagandanın tekelleşmesini engellemektir. Demokrasi, ancak şeffaflık, hesap verebilirlik ve hukukun üstünlüğü ilkeleri teknolojiye eksiksiz biçimde uygulanırsa ayakta kalabilir.

- **Eğitimde YZ Kullanımı Tartışmaları**

Eğitim, yapay zekâ çağının hem en büyük potansiyel fayda alanlarından biri hem de en kritik risklerine açık cephelerinden biridir. TBMM YZ Raporu, "Eğitim, İnsan Kaynağı ve İş Gücü Dönüşümü" başlığı altında bazı öneriler getirse de bu önerilerin ağırlığı daha çok yükseköğretime ve iş gücünün niteliğine verilmiştir. Uzmanlar, YZ'nin eğitimdeki etkisinin çok daha erken yaşlardan başlaması gerektiğine de dikkat çekmektedir. Bu nedenle bireyin gelişim sürecinin en başından YZ ile 'doğru ilişki' kurmayı öğrenmesinin kritik önem taşıdığı belirtilmektedir.

A. <u>Erken Eğitim ve Okul Kademeleri:</u>

Çocukların YZ araçlarını nasıl ve ne ölçüde kullanacaklarını henüz yaşamlarının başında doğru şekilde öğrenmeleri gerekmektedir. Bu hem fırsatların değerlendirilmesi hem de risklerin azaltılması açısından önemlidir. YZ destekli öğrenme uygulamaları, kişiselleştirilmiş eğitim deneyimleri sunarak öğrencilerin eksik olduğu konuları kendi hızlarında tamamlamalarına imkân tanıyabilir. Nitekim yapılan çalışmalar, eğitimde YZ kullanımının kayda değer bir katma değer sağlayabildiğine işaret etmektedir. Ancak aynı araştırmalar, bu teknolojilerin kontrolsüz veya gelişigüzel kullanımının ciddi riskler taşıdığına

da dikkat çekmektedir. Örneğin bir öğrencinin ödevini tamamen yapay zekâya yaptırması durumunda kısa vadede başarılı gibi görünse de uzun vadede bilişsel gelişimine zarar gelebileceği; bir anlamda "bilişsel borç" birikimine yol açabileceğini belirten uyarılar yapılmaktadır. Eğitimde YZ'nin entegrasyonu mutlaka bilimsel bulgular ışığında planlanması önemlidir. Hangi yaşta, hangi düzeyde ve hangi konularda YZ araçlarının pedagojik fayda getirdiği; nerelerde çocukların önce kendi düşünme becerilerini geliştirmesi gerektiği tespit edilmelidir.

Türkiye'de son dönemde Millî Eğitim Bakanlığı'nın müfredatlara yapay zekâ okuryazarlığı ekleme yönünde girişimleri bulunmaktadır. Eğer doğru tasarlanmazsa bu adım sınırlı sayıda uzman öğretmenin bulunduğu bir ortamda göstermelik kalan bir uygulamaya dönüşebilir. Bu nedenle öğretmen eğitimi ve kapasite geliştirme, eğitimde YZ kullanımının en kritik boyutlarından biridir. TBMM raporuna ilişkin uzman görüşleri, öğretmenlerin mesleki eğitim faaliyetlerine YZ içeriklerinin ilave edilmesini ve YZ okuryazarlığı sertifika programlarının zorunlu kılınmasını önerilmektedir. Temel fikir, öğretmenlerin hem YZ araçlarını sınıfta etkin ve yaratıcı biçimde kullanabilmesi hem de öğrencilerine YZ'nin mantığını ve etik boyutlarını öğretebilecek donanıma sahip olmasıdır.

B. <u>Yükseköğretim ve Yaşam Boyu Öğrenme:</u>

Türkiye'de YZ uygulamalarını geliştirmek ve YZ uzmanları yetiştirmek öncelikli beklentilerden biridir. Ancak yapay zekâ alanında açılan lisans ve lisansüstü programların akreditasyon süreçleri, öğretim elemanlarının akademik yeterliliği, laboratuvar ve araştırma altyapısının niteliğine ilişkin somut ve karşılaştırılabilir veriler *TÜBİTAK, Koç Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi* gibi kurumlara gerçekleştirilen saha ziyaretleri ve komisyonda ilgili kurumların uyarılarına rağmen raporda yer almamaktadır.

Benzer biçimde, YZ alanındaki lisans ve lisansüstü programlardan mezun olan öğrencilerin hangi sektörlerde, hangi koşullarda ve ne ölçüde istihdam edildiklerine dair düzenli bir izleme ve değerlendirme mekanizmasının bulunup bulunmadığı da açıklığa kavuşturulmamıştır.

Komisyon raporunda yeni açılan yapay zekâ bölümleri, araştırma merkezleri ve kamu destek programları; nitelik, sürdürülebilirlik ve toplumsal ihtiyaçlarla uyum açısından sistematik bir değerlendirmeye tabi tutulmadan başarı örneği olarak sunulmaktadır. Oysa yapay zekâ alanında gerçek bir kapasite inşası, yalnızca bölüm ve merkez sayısındaki artışla değil; bu yapıların akademik kalitesi, araştırma çıktıları ve mezunların istihdam durumlarıyla ölçülebilir.

Üzerinde durulması gereken bir başka nokta ise, Raporda ifade edilen 'yetenek inşası'

kapsamında araştırmacı, akademisyen, mühendis vb. uzmanlar için açılan programlar ve eğitim faaliyetlerinin niteliğinden çok niceliğinin öne çıkıyor olmasıdır. Oysa uluslararası seviyede gerçek bir rekabet için 'sayı' kadar hatta bazen ondan daha bile fazla 'bu yeteneklerin kalitesi' önem arz etmektedir. Bu alanda akademik kurumların ısrarla vurguladıkları husus daha fazla üniversitede, daha fazla bölüm açılmasının; bu bölümlerde uluslararası seviyede eğitim imkanları sağlanmadıkça aslında çok anlamlı ve verimli olmayacağı hususudur.

Tüm bu eksiklikler, yükseköğretimde yapay zekâ alanında plansız ve denetimsiz bir genişlemenin yaşanabileceğini; nitelik yerine niceliğin öncelendiğini göstermektedir. Bu durum YZ alanında yetişmiş insan gücünün beyin göçüne neden olabileceği gibi; akademik kadro yeterliliği, araştırma altyapısı ve disiplinler arası etkileşim sağlanmadan açılan bölümlerin uzun vadede niteliksiz mezun fazlası ve ücret baskısı riskini artırabileceği belirtilmektedir.

Eğitimde yapay zekâ kullanımının stratejik bir plana oturtulması şarttır. Bu plan kademeli ve dengeli bir yaklaşım benimsemelidir. Temel bilişsel becerileri önceliklendiren; YZ'yi erken yaşta tanıtan ama karar mercilerini ve kontrolü insanda tutan; öğretmenleri ve altyapıyı hazırlamadan müfredata göstermelik eklemeler yapmayan; yükseköğretimde nicelikten çok niteliğe odaklanan bir yaklaşım öncelikli hedeflerden biri olmalıdır. Bu durumda, Türkiye hem YZ çağının gerektirdiği insan kaynağını yetiştirebilir hem de çocuklarını dijital dünyanın risklerine karşı dirençli, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen bireyler olarak geliştirebilir.

Yapay Zekanın çocuk ve gençler üzerindeki olumlu/olumsuz etkilerinin keşfedilmesi, eğitim-öğretim süreçlerinde kullanımının yönlendirilmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Çünkü YZ teknolojisinin içine doğan (AI-native) neslin nasıl erişkinler olacağı küresel endişedir. Bu noktada sorumlu teknoloji kullanımının her seviyede önceleyen eğitim süreçleri Ulusal Yapay Zeka Vizyonu içinde yer alması gereken bir konudur

- **İnsan Kaynağı, Teşvikler ve Denetim**

Bir ülkenin en değerli dijital sermayesi yetenekli gençleri ve bilim insanlarıdır. Bu bağlamda YZ alanında yapılacak çalışmalarda insan kaynağı oldukça önemlidir. Ancak, Türkiye'nin son yıllarda yaşadığı ciddi beyin göçü dalgası insan kaynağı sorununu gündeme getirmektedir.

Komisyon görüşmelerinde ve raporda YZ'ye ilgi duyan ve YZ alanında çalışan gençleri, Türkiye'de tutmak için burslar ve istihdam imkânları vaat edilmesi önerilmektedir. Ancak uzmanlar sorunun yalnızca ekonomik görülmesinin yeterli olmadığını, küresel YZ

yetenek rekabetinde maaştan öte kriterlerin de belirleyici olduğunu vurgulamaktadır. "Özgür akademik ortam" eksikliği, devasa veri setlerine ve hesaplama gücüne erişim imkânlarının kısıtlılığı gibi nedenlerin parlak araştırmacıları Silikon Vadisi'ne veya Avrupa'nın önde gelen araştırma merkezlerine çektiği dile getirilmektedir. Türkiye'de binlerce yüksek kapasiteli GPU'ya erişimi olmayan bir araştırmacı, bu imkânı sunan yerlere gitmeye devam edecektir. Dolayısıyla, yetenekli bireylerin ülkede kalması için onlara güçlü bir araştırma altyapısı garantisi sunacak büyük bir vizyona da ihtiyaç vardır. Bu da diğer alt başlıklarda dikkat çekildiği gibi, üniversitelerin ve TÜBİTAK gibi kuruluşların çok daha geniş kaynaklarla donatılmasını, uluslararası düzeyde proje ve fonların ülkeye çekilmesini ve ayrıca ifade ile araştırma özgürlüğünün güvence altına alınmasını gerektirmektedir.

Raporda, Türkiye'de kamu kurumlarının YZ alanında verdikleri teşvik ve desteklerine vurgu yapılmakta ve sadece TÜBİTAK'ın son beş yıl içinde özel sektör ve bilim insanı destek programlarına 10 milyar liranın üzerinde destek sağladığı, bunlardan BİGG programı kapsamında 477 teknoloji girişim firmasına 539 milyon liralık destek verildiği belirtilmektedir. Bu teşvik ve destekler olumlu olmakla birlikte çok yetersizdir. Hele hele küresel bir oyuncu olmamız için asla yeterli değildir.

Kamu kaynaklarıyla desteklenen yapay zekâ araştırma merkezleri ve projelerinin hangi ölçütlere göre değerlendirildiği, bu desteklerin somut bilimsel, teknolojik veya toplumsal çıktılara dönüşüp dönüşmediği de raporda ortaya konulmamıştır. Etki analizi yapılmadan sürdürülen bu destek mekanizmaları, kamu kaynaklarının etkin ve verimli kullanımına ilişkin ciddi soru işaretleri doğurmaktadır.

Sonuç olarak, YZ'de insan kaynağı politikalarının ölçülebilir hedefler, şeffaf performans göstergeleri ve bağımsız değerlendirme mekanizmaları olmaksızın yürütülmesi; yapay zekâ alanında sürdürülebilir, nitelikli ve kamusal yarar odaklı bir kapasite inşasını zorlaştırmaktadır. Yapay zekâ eğitiminin; nicel büyüme, hızlı yaygınlaşma ve vitrinsel başarı söylemleri yerine, akademik özgürlük, bilimsel nitelik ve güvenceli istihdam temelinde yeniden ele alınması zorunludur.

- **Emek, İstihdam ve Mesleki Özerklik**

YZ, yalnızca yeni meslek alanları yaratan bir teknoloji değil; aynı zamanda mevcut mesleklerin içeriğini dönüştüren, çalışma biçimlerini güvencesizleştiren ve mesleki özerkliği aşındıran bir güç olarak da tartışılmaktadır. Buna karşın raporda, bu dönüşümün emek piyasaları üzerindeki yapısal sonuçlarına ilişkin kapsamlı bir değerlendirme yer almamaktadır. Komisyon çalışmaları sırasında bu değerlendirmeleri yapabilecek işçi sendikaları ve STK'ların görüşlerinin alınmamış olması da çok büyük eksikliktir.

Komisyon Raporu'nda, yapay zekâ uygulamalarının hangi meslek alanlarında, hangi sınırlar içinde ve hangi insan denetimi mekanizmalarıyla kullanılacağına ilişkin bağlayıcı ilkeler de ortaya konulmamıştır. Meslek örgütlerinin bu süreçte üstlenmesi gereken denetim ve standart belirleme rolü de açık biçimde tanımlanmamıştır.

YZ sosyal, kültürel, akademik ve iktisadi hayatta ciddi yenilikler getirmekte ve operasyona dayalı pek çok iş kolunun yerini almaya adaydır. Bunun doğal sonucu ise kısa ve orta dönemde artan işsizlik olacaktır. Bu durumda sosyal güvenlik sisteminin bunu da ele alacak şekilde yapılandırılmasının önemine dikkat çekilmektedir. Raporda işsizliğe ve sektörel bazda zararlara dair önlemlerin kapsamlı biçimde ele alınması ve sosyal devletin bu yaratıcı/yıkıcı teknolojinin yaratacağı sosyal/iktisadi maliyetleri nasıl üstlenmesi gerektiğini tanımlaması zorunludur. Komisyon süreçlerinde ve raporda, çalışanları bu denli etkileyecek bir dönüşümde çalışanların örgütsel düzeyde (sendikalar/meslek örgütleri) temsili hiçbir şekilde yer almamıştır.

Bu eksiklikler, yapay zekâ uygulamalarının emek süreçleri üzerinde yaratacağı etkilerin piyasa dinamiklerine terk edildiğini ve kamusal koruma mekanizmalarının bilinçli biçimde zayıflatıldığını göstermektedir. Yapay zekâ politikalarının, emeği koruyan, mesleki özerkliği güvence altına alan ve insan denetimini esas alan bir çerçeveye kavuşturulmaması halinde; istihdamda güvencesizlik, mesleklerde nitelik erozyonu ve kamusal hizmetlerde hesap verebilirlik kaybı kaçınılmaz olacaktır.

- **Yapay Zeka ve Etik**

YZ sistemleri, doğrudan insan yaşamını, haklarını ve toplumsal ilişkileri etkileyen karar süreçlerine dahil olmakta; bu yönüyle etik tartışmalar YZ politikalarının merkezi unsurlarından biri haline gelmektedir. Komisyon Raporu'nda yapay zekâya ilişkin etik boyut, genel ilke ve iyi niyet temennileri düzeyinde ele alınmış; etik risklerin nasıl önleneceğine, etik ihlallerin nasıl tespit edileceğine ve bu ihlaller karşısında hangi bağlayıcı mekanizmaların işletileceğine ilişkin somut bir çerçeve yoktur.

YZ uygulamaları; ayrımcılık ve önyargıları yeniden üretme, şeffaf olmayan kararlar alma ve sorumluluğu belirsizleştirme gibi ciddi etik riskler barındırmaktadır. Kullanılan veri setlerinin niteliği, algoritmaların eğitilme biçimi ve karar mekanizmalarının kapalı yapısı; dezavantajlı gruplar açısından dışlayıcı ve adaletsiz sonuçlar doğurabilmektedir. Etik açıdan en kritik sorunlardan biri, sorumluluğun muğlaklaşmasıdır. Yapay zekâ destekli bir kararın yol açtığı zarardan kimin sorumlu olacağı; geliştirici, kullanıcı, kamu kurumu ya da algoritmanın kendisi arasında nasıl paylaştırılacağı netleştirilmemiştir. Bu belirsizlik, hem bireylerin hak arama özgürlüğünü zayıflatmakta hem de kamu idaresinin hesap verebilirliğini

aşındırmaktadır.

Uluslararası örneklerde, yapay zekâ etiği; insan onuru, adalet, şeffaflık, hesap verebilirlik ve insan denetimi ilkeleri etrafında bağlayıcı düzenlemelerle ele alınmaktadır. Buna karşın Komisyon Raporu'nda etik ilkeler ile hukuki yükümlülükler arasındaki ilişki kurulmamış; etik ihlallerin yaptırımlarla desteklenmesi yönünde açık bir irade ortaya konulmamıştır.

Ülkemizde YZ alanında hukuki ve etik düzenlemelerimizin neredeyse mevcut olmadığı Komisyon çalışmasında tespit edilmiştir. Hukuki düzenlemede Türk Yapay Zeka Kanunu önerisi getirilmiştir ancak eksiktir. Şöyle ki; YZ süreçlerinin iş ve işlemlerinin en az yarısı veriyi edinmek, saklamak ve ön işlemek üzerinedir. Bu kanuna ve bu alandaki tüm düzenlemelere Veri-YZ ilişkisinin doğrudan ve varoluşsal niteliği üzerinden bakılmalı ve Türk Veri ve Yapay Zeka Kanunu hedefi ile hareket edilmesi önemlidir. Ayrıca, buradaki verinin TUİK gibi kurumlarımızdaki veri kavramı ile aynı olmadığı, odağın veri toplamanın ötesinde bağlantısal veri toplama, veri temizleme, etiketleme, ön işleme gibi alanlarda olması gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü hukuki ya da etik sorunlar modelde değil veri işlemede gerçekleşir. Dolayısıyla denetleme ve düzenleme yapılacaksa her iki başlık sürekli göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Ulusal Yapay Zeka Etik Çerçevesinin tanımlanması ve ilan edilmesi acil ve önemlidir. Bunun devamında kamu kurumlarının/bakanlıkların kendi alanları için etik çerçevelerini hızlıca yayınlayarak kendi kapsamlarındaki YZ çözümlerinden etik beklentilerini tematik olarak ilan etmesi beklenmelidir. Raporda da önemle dikkate sunulan YZ modellerinde önyargı sorununun tanımı genel olabilir ama tespiti ve önlenmesi ya da tehlikeli ön yargılar ve toplumun yanlış bilgi edinmesine neden olabilecek faaliyetler her tematik alanda farklıdır. Bu nedenle Ulusal Etik Çerçeve sınırları ile uyumlu Sağlıkta Yapay Zeka Etik Çerçevesi ya da Eğitimde Yapay Zeka Etik Çerçevesi gibi tematik etik kodların ilanı gerekli, önemli ve acildir.

Ülkemizde YZ çözümlerinin ticarileşmesi söz konudur. Ancak hangi alanda etik uyum ve risk yönetimi ticarileşme öncesi (örn sağlık, eğitim) hangisinde ticarileşme sonrası (örn tarım, turizm) aranacak belli değildir, belirlenmelidir. Bu bağlamda, Güvenilir YZ Servisi/Ürünü Geliştirme, Edinme, Kullanma Rehberlerinin yayınlaması acildir, çünkü şu an ticarileşme mevcuttur ve tamamıyla kendiliğindedir.

Yine, kamu hizmetlerinde son karar yetkisinin her koşulda insanda kalması gerektiği yönünde açık ve bağlayıcı bir ilke benimsenmesi gerektiği de bazı uzmanlarca vurgulanmaktadır. Bu konuda, yapılan değerlendirmelerde kamuda idari işlemlerde algoritmik

sistemlerin belirleyici hale gelmesinin yurttaşların hak arama özgürlüğünü, idarenin gerekçelendirme yükümlülüğünü ve yargısal denetim imkanlarını zayıflatma potansiyeline sahip olduğu eleştirileri yapılmaktadır. Algoritmik kararların nasıl itiraz edileceği, hangi durumlarda insan müdahalesinin zorunlu olacağı ve sorumluluğun kimde olduğu komisyon toplantılarında tartışılmasına rağmen raporda netleştirilmemiştir.

- **Göz Ardı Edilen Yüksek Risk Alanları**

A. Çevresel Etkiler

Enerji ve su yapay zeka veri merkezleri açısından son derece önemliyken, çevre politikalarıyla da doğrudan bağlantılıdır. Sadece Google veri merkezleri 2024 yılında Türkiye'nin kullandığı su miktarının 1/3'ü kadar su tüketmiştir. Bu nedenle sürdürülebilirlik hususları da yapay zeka entegrasyon önerilerine paralel olarak ele alınmalıdır.

Komisyon Raporu'nda yapay zekâ uygulamalarının yüksek miktardaki enerji tüketimine dikkat çekilirken, çevresel etkileri ve altyapı gereksinimleri neredeyse tamamen göz ardı edilmiştir. Oysa veri merkezleri, yüksek enerji tüketimleri, soğutma ihtiyacı ve sürekli çalışmaya dayalı yapıları nedeniyle önemli çevresel sonuçlar doğurmaktadır.

Raporun *Çevresel Kazanımlar* başlığı kısmında, "*YZ sistemleri, enerji sistemlerinde verimlilik artışı, emisyon azaltımı, kaynak tasarrufu gibi çevresel sürdürülebilirlik açısından dönüştürücü bir potansiyele sahiptir. Ancak bu teknolojilerin kendi enerji ayak izi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle öncelikli olarak verimli YZ politikaları geliştirilmeli, güvenilir sistemler oluşturulmalı ve döngüsel yapay zekâ yaklaşımları desteklenmelidir.*" şeklinde mevcut durum ortaya konulmuştur. Ancak bu talebin hangi kaynaklardan karşılanacağı, karbon salımı üzerindeki etkileri ve su kullanımı gibi temel çevresel göstergelere ilişkin herhangi bir somut veri ya da program yoktur. Aynı şekilde, büyük ölçekli veri merkezleri ve yapay zekâ altyapı yatırımlarının Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) süreçlerine tabi olup olmayacağı, bu süreçlerin nasıl işletileceği ve hangi kurumlar tarafından denetleneceği açıkça ortaya konulmamıştır.

YZ veri merkezlerinin aşırı soğutma gereksinimi ve çözümleri üzerine dünyada da tartışmalar sürmektedir. Daha soğuk iklimlere sahip olan İskandinav ülkeleri soğutma verimi açısından bu iklimsel koşulu bir avantaja çevirmek için çalışmalar yapmaktadır. Doğru tasarlanmış sistemler ile şehirlerdeki ısınma ihtiyacını, YZ merkezlerinin ortaya çıkardığı ısıyı yeniden kullanarak sağlamayı hedeflemektedir. Ülkemizde kurulması muhtemel veri merkezleri daha soğuk iklime sahip şehirlerde yapılmasının avantajları ve ısınma açısından da kullanımı konusunda çalışmalar geliştirilebileceği vurgulanmaktadır.

YZ alanında geliştirilecek politikaların; enerji, çevre ve altyapı politikalarıyla

bütünleşik biçimde ele alınması zorunludur. ÇED süreçlerini, enerji verimliliğini, yenilenebilir kaynak kullanımını ve çevresel denetimi içermeyen bir yapay zekâ stratejisinin, sürdürülebilir ve kamusal yarar odaklı bir politika olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle ivedilikle ulusal bir genişbant stratejisi ve yeşil enerjiyle desteklenmiş bir veri merkezi planlaması yapılmalıdır.

B. Yapay Zeka ve Silahlanma

Komisyon Raporu, yapay zekâ teknolojilerini ağırlıklı olarak sivil kullanım alanları, ekonomik rekabet ve idari verimlilik çerçevesinde ele almakta; buna karşılık yapay zekânın askeri uygulamalar, silah sistemleri ve savunma/güvenlik politikalarıyla kesiştiği yüksek riskli alanları büyük ölçüde göz ardı etmektedir. Oysa uluslararası düzeyde yürütülen tartışmalar, yapay zekânın güvenlik süreçlerinde kullanımının, yalnızca teknik bir gelişme değil, insanlığın ortak güvenliğini ilgilendiren etik ve hukuki bir mesele olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Özellikle otonom silah sistemleri, hedef tespiti, karar alma ve saldırı süreçlerinde insan müdahalesini azaltan veya tamamen ortadan kaldıran yapılarıyla, uluslararası insancıl hukuk açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır. Yaşam hakkının korunması, orantılılık ilkesi, ayrım gözetme yükümlülüğü ve hesap verebilirlik gibi temel ilkelerin, algoritmik karar mekanizmaları karşısında nasıl güvence altına alınacağı meselesi Komisyon Raporu'nda tartışılmamıştır.

Yapay zekânın silahlanma alanındaki riskleri, yalnızca klasik askerî sistemlerle sınırlı değildir. Yapay zekâ destekli biyoteknolojik analizler, genetik modelleme ve veri işleme kapasiteleri, sivil sağlık ve araştırma amaçları dışında kullanıldığında, biyolojik silahların geliştirilmesi veya yayılımının kolaylaştırılması gibi son derece tehlikeli senaryoları gündeme getirmektedir. Devletlerin bu alanda özel ve bağlayıcı düzenlemeler yapması gerektiği vurgulanmaktadır.

- **Meclis'te Kalıcı Komisyon Kurulması**

Yapay zekâ alanının hızla gelişen, çok disiplinli ve temel hak ve özgürlüklerle doğrudan ilişkili niteliği dikkate alındığında; TBMM bünyesinde kurulan Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun kalıcı bir yapıya kavuşturulması gereği de ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda, söz konusu komisyonun yalnızca dönemsel bir araştırma mekanizması olarak değil; yasama sürecine sürekli katkı sunan, politika önerileri geliştiren ve kamusal denetimi güçlendiren bir ihtisas yapısı olarak düzenlenmesi de dikkate alınmalıdır.

Araştırma komisyonun kalıcı hale getirilmesi sürecinde; meslek örgütleri, barolar, emek örgütleri ve bağımsız akademik çevrelerin çalışmalara düzenli, eşit ve kurumsal temsille

katılımı sağlanmalıdır. Bu çerçevede, TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun kalıcı hale getirilmesi; yapay zekâ politikalarının yalnızca yürütme odaklı değil, yasama merkezli, katılımcı ve denetlenebilir bir biçimde şekillenmesi açısından gerekli görülmektedir.

- **Meslek Örgütlerinin YZ Değerlendirmeleri**

Cumhuriyet Halk Partisi Grubu olarak, TBMM Yapay Zekâ Araştırma Komisyonu'nun çalışma sürecinde ve hazırlanan raporda, yapay zekâ olgusunun kamusal yarar, temel hak ve özgürlükler, emek süreçleri, çevresel etkiler, mesleki denetim ve dijital egemenlik boyutlarıyla bütünlüklü ve dengeli biçimde ele alınmadığı kanaatine varılmıştır.

Komisyon çalışmaları sırasında meslek örgütlerinin, emek örgütlerinin, baroların ve bağımsız akademik çevrelerin görüşlerinin sürece yeterince yansıtılmaması, raporun katılımcılık ve çoğulculuk ilkeleri bakımından ciddi bir eksiklik taşımasına neden olmuştur. Bu nedenle komisyonun CHP'li üyeleri olarak Bilgisayar Mühendisleri Odası, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) ve Türkiye Barolar Birliği ile irtibata geçerek kendi mesleki sorumluluk alanları açısından YZ teknolojileri hakkında görüş ve değerlendirmelerini talep ettik. Türkiye Barolar Birliği'nin YZ Komisyonu ve bu alanda çalışan hukukçular ile yaptığımız görüşmelerde TBMM Araştırma Komisyon Raporu ve özellikle YZ'nin 'Adalet' alanında kullanımına ilişkin bölümlerinde öne çıkan değerlendirmeleri şu şekilde özetlenebilir:

• Yapay Zekanın Adalet Alanında Kullanımı

Komisyon raporunda adalet alanında yapay zekâ kullanımı, ağırlıklı olarak yargısal ve idari süreçlerde etkinlik ve verimliliğin artırılması bağlamında ele alınmaktadır. Bu çerçevede yapay zekâ teknolojilerinin; hukuki belge ve evrakların sınıflandırılması, mevzuat ve içtihat taraması, karar destek sistemleri, dava ve uyuşmazlık sonuçlarına ilişkin öngörü araçları ile otomasyon temelli yardımcı uygulamalar yoluyla hukuk hizmetlerinin hızlandırılmasına katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir. Raporda hem yargı mercilerinde hem de avukatlık faaliyetlerinde kullanılan ya da kullanılması öngörülen yapay zekâ tabanlı uygulamalara yer verilmekte; uluslararası örnekler üzerinden bu teknolojilerin zaman ve maliyet tasarrufu sağladığı vurgulanmaktadır.

Ancak başta Türkiye Barolar Birliği'nin Yapay Zeka alanında kurulmuş komisyonu olmak üzere avukatların YZ'nin hukuk alanında kullanımına ilişkin önemli kaygıları, çekinceleri bulunmaktadır. Avukatlık, yalnızca hukuki bilgiye erişim veya teknik analiz faaliyeti değil; müvekkille kurulan güven ilişkisine, meslek sırrına, bağımsız hukuki değerlendirmeye ve şahsi mesleki sorumluluğa dayanan bir kamu hizmetidir. Bu unsurları taşımayan yapay zekâ sistemlerinin hukuki danışmanlık sunar biçimde konumlandırılmasının,

avukatlık mesleğinin özünü zedeleyebileceğine ve müvekkiller bakımından yanıltıcı sonuçlar doğurabileceğine dikkat çekilmektedir.

Yukarıda başka bölümlerde de etik ve hukuki sorumluluk bağlamında sık sık tartışıldığı üzere, yapay zekâ çıktılarının hukuki doğruluğu, güncelliği ve somut olaya uygunluğu bakımından sorumluluğun kimde olduğu açık biçimde ortaya konulmamaktadır. Avukatlık hizmetlerinde kullanılan yapay zekâ araçlarının ürettiği hatalı veya yanıltıcı içeriklerden doğabilecek zararlar karşısında, sorumluluğun avukata mı, yazılım sağlayıcısına mı yoksa başka bir aktöre mi ait olacağı hususu belirsiz bırakılmaktadır. Bu belirsizlik hem müvekkillerin korunması hem de avukatların mesleki sorumluluk rejimi bakımından kabul edilebilir olmadığı bu alanda çalışan uzman avukatlarca dile getirilmektedir.

Raporda avukatların yapay zekâ kullanımına ilişkin mesleki etik ilkelerin ve disiplin boyutunun ele alınmamış olmasının da büyük bir eksiklik oluşturduğu belirtilmektedir. Avukatların yapay zekâdan yararlanırken müvekkillerini bu konuda bilgilendirip bilgilendirmeyeceği, yapay zekâ tarafından üretilen içeriklerin hukuki görüş olarak sunulup sunulamayacağı, bu araçların kullanımının meslek sırrı ve gizlilik yükümlülüğüyle nasıl bağdaştırılacağı hususlarında raporda açık ve bağlayıcı bir çerçeve bulunmamaktadır. Bu durum, uygulamada farklı ve çelişkili yorumlara yol açabilecek bir belirsizlik alanı yaratmaktadır.

Benzer şekilde, Türkiye'de geliştirilen hukuk teknolojileri bakımından da mesleki denetim ve etik çerçevenin eksikliği dikkat çekmektedir. LegalTech ürünlerinin hangi standartlara göre geliştirildiği, kullandıkları verilerin kaynağı ve güncelliği, bu sistemlere avukatlar tarafından aktarılan bilgi ve belgelerin nasıl işlendiği ve saklandığı hususları raporda yeterince açıklığa kavuşturulmamıştır. Avukat–müvekkil ilişkisi ve meslek sırrı, avukatlık mesleğinin temel güvenceleri arasında yer almakta olup, bu güvenceleri zayıflatabilecek teknolojik uygulamaların açık, denetlenebilir ve bağlayıcı kurallara tabi olmaksızın yaygınlaştırılmasının sakıncalarına vurgu yapılmıştır.

Bu çerçevede Türkiye Barolar Birliği başta olmak üzere avukatlar, yapay zekâ ve hukuk teknolojilerinin avukatlık mesleği bakımından ancak avukatın yerine geçmeyen, mesleki bağımsızlığı ve meslek sırrını zedelemeyen, sorumluluk ve denetim rejimi açıkça belirlenmiş bir çerçeve içinde ele alınması gerektiği kanaatindedir. Avukatlık mesleğini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen bu tür düzenlemelerin hazırlanması ve uygulanması süreçlerinde, baroların ve meslek üst kuruluşlarının kurumsal olarak sürece dahil edilmesi hem hukukun üstünlüğünün hem de savunma hakkının korunması bakımından zorunludur.

- **TMMOB'un Görüş ve Değerlendirmeleri**

Talebimiz üzerine TBMM Araştırma Komisyonumuzun rapor taslağına ilişkin bir ön değerlendirmeyi kısa süre içinde hazırlayarak paylaşan TMMOB, raporun resmiyete kavuşmasının ardından hazırlayacağı kapsamlı bir değerlendirmeyi de kamuoyu ile paylaşacağını bildirmiştir. TMMOB'nin TBMM YZ Araştırma Komisyonu Raporuna ilişkin değerlendirmesini de aşağıda Komisyonumuzun ve kamuoyunun bilgisine sunarız.

TMMOB'un TBMM YZ Komisyonu Raporuna İlişkin Değerlendirmesi

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), YZ'yi yalnızca teknik bir ilerleme alanı olarak değil, üretim ilişkilerini, mühendislik-mimarlık-şehir plancılığı emeğini, toplumsal eşitsizlikleri ve barış ortamını doğrudan etkileyen politik ve toplumsal bir teknoloji olarak değerlendirmektedir. TMMOB'ye bağlı Odalarının kapsadığı meslek alanları göz önünde tutulduğunda görülmektedir ki meslektaşlarımız YZ modellerinin, uygulamalarının/ürünlerinin tasarımında, geliştirilmesinde, işletilmesinde etkin görev ve sorumluluklar üstlenmektedir.

YZ sistemleri yalnızca birer yazılım değildir; fiziksel dünyayı, canlıların güvenliğini ve ekosistemlerin sürekliliğini doğrudan etkileyen dijital mühendislik-mimarlık-şehir plancılığı ürünleridir. Bu nedenle, bu sistemlerin denetimi, sistem hangi meslek alanında geliştiriliyorsa TMMOB çatısı altındaki ilgili Odanın/Odaların gözetimi ve onayı vazgeçilemez bir bilimsel ve teknik gerekliliktir. Bu bağlamda TMMOB ve bağlı Odaları hem mesleki denetim faaliyetlerimiz hem de mesleki ve teknik bilgi birikimimiz ve deneyimiz açısından başta meslek alanlarımızla ilgili YZ ürünleri olmak üzere her türlü YZ ürününün denetiminde ve YZ'ye ilişkin düzenlemelerde (regülasyon, yasal mevzuat) yetkili kılınmalıdır.

TBMM YZ Komisyonunun raporunun Yönetici Özetinde yapay zekâyla ilgili iki yasanın hazırlanmakta olduğu, Öneriler bölümündeki 27. öneride ise Türk Yapay Zekâ Kanununun hazırlanacağı belirtilmiştir. Söz konusu yasalarda ve ilgili düzenlemelerde, anayasal bir kurum olan TMMOB'nin bu yetkisi ve bağımsız denetçi işlevleri aşağıdakiler dikkate alınarak açıkça belirtilmelidir:

- TMMOB, YZ ürünlerinin tasarlanmasında, geliştirilmesinde ve işletilmesinde standartları ve uygunluk ölçütlerini tanımlayan, bu uygunlukların sağlandığını denetleyip onaylanan bir kurum olarak kabul edilmelidir.
- TMMOB, YZ modellerinin ve algoritmaların saydamlığı, algoritmik kararlarının açıklanabilirliği ve hesap verilebilirlik, risklerin tanımlanması ve önlenmesi, veri gizliliği, fikri haklar, etik ilkelerin belirlenmesi, YZ açısından mesleki etik gibi

konularda kuralları, ölçütleri, ilgili işleyişi ve yaptırımları içerecek yasal düzenlemelerin oluşturulmasında doğrudan görev almalıdır.

- TMMOB, YZ araçlarının, ürünlerinin, sistemlerinin geliştirilmesi ve işletilmesinde kullanılan veri kümelerinin saptanmasında yetkili olmalı, bu veri kümelerinin uygunluğunu kontrol eden bir kurum olarak belirlenmelidir.
- TMMOB, kamu kurumlarında kullanılacak YZ uygulamalarının gereksinimlerinin tanımlanmasında, tasarımında, üretiminde/geliştirilmesinde, YZ araçlarının/ürünlerinin edinilmesinde ve işletilmesinde hem standartları ve uygunlukları belirleyen bir kurum olarak kabul edilmeli hem de bağımsız denetçi olarak yer almalıdır.

GENEL DEĞERLENDİRME

1. Raporda Türkiye'nin YZ olgunluk düzeyi, şu ana dek yapılan çalışmaların sonuçları, YZ Strateji Belgesi 2021-2025'teki (YZSB) hedeflerin ne kadarının gerçekleştiğine ilişkin bir açıklama ve YZ ürünlerinin kullanımı, yaygınlaştırılması, insan gücü gereksinimimiz/açığımız gibi konularda somut verileri ortaya koyan bir durum saptamasına yer verilmemiştir. Rapor kapsamında belirlenmeye çalışılan stratejik hedeflerle var olan durum arasında bir analiz yapılmadan ileriye yönelik eylemlerin tanımlanması YZ'ye uyum süreci açısından büyük risk taşımaktadır. Öte yandan raporda sözü edilen hedeflerin ve yasal düzenlemelerin dayanakları da belirsiz kalmaktadır.

2. Raporun "Öneriler" bölümünde, yinelenen içeriklerle çok sayıda madde var; öyle ki önerilerin 100 sayısının tutturulması için yazıldığı izlenimi doğmaktadır. Çok sayıda ve yinelenen içerikli maddelerden oluşan yöntem yerine, uygulama aşamasında daha kolay takip edilebilecek, ölçülebilirliği ve denetimini olanaklı kılacak, aynı zamanda kamu kaynaklarının daha etkin kullanılmasını sağlayacak az sayıda stratejik hedef belirlenebilirdi. Böyle bir yaklaşım, komisyon çalışmalarının çıktılarının daha anlaşılır olmasının yanında ulusal hedeflerin kamuoyuna daha açık biçimde ve kolayca aktarılması bakımından da yararlı olurdu.

3. Türkiye'deki yasa çalışmalarında ve yasal düzenlemelerde AB'nin YZ yasasının belirleyici olacağını öngörüyoruz. Burada önemli olan yalnız ulusal düzeyde bir YZ yasası oluşturmak değildir; YZ'nin küreselliğinin içselleştirilmesi ve bu konuda gerektiğinde rekabetçi gerektiğinde bazı değerleri önceleyen bir politika izlemektir. Örneğin AB'nin düzenlemelerinde AB dışında geliştirilen YZ ürünlerinin AB'ye girişi kurallara bağlanmıştır; raporda ise bu konuda herhangi bir görüş/öneri yer

almamaktadır. Bu açıdan öncelikle aşağıdakiler dikkate alınmalıdır:

- Türkiye'deki teknoloji üreticilerinin (örneğin otomotiv sektörü) AB pazarına girişte yaşayacağı teknik engel riskleri analiz edilmelidir.
- Türkiye'ye girecek olan (ABD, Çin vb. kaynaklı) YZ ürünlerinin denetimi için AB'dekine benzer bir protokol tasarlanmalıdır.

4. YZ, teknik olmanın ötesinde bir dijital egemenlik konusudur. Hem donanım hem de yazılımda yurtdışına bağımlı kalmak büyük risk taşımaktadır. Raporda YZ alanındaki tekelleşme yeterince vurgulanmamaktadır. Dünya çapındaki büyük şirketlerin oluşturduğu tekellere karşı ne tür önlemler alınacağı, bu tekellerin Türkiye'deki faaliyetleri için ya da Türkiye'ye ürün satışıyla ilgili ne tür düzenlemeler yapılacağı açıkça belirtilmediği gibi yerli üreticilerin sermayenin büyük kuruluşlarına karşı korunmasını sağlayan önlemler de dile getirilmemiştir.

5. Raporun "Öneriler" bölümünde değişik görevleri olan çok sayıda kurumun oluşturulacağı belirtilmektedir ki neredeyse bir kurum kargaşası ortaya çıkmaktadır. Öte yandan kurum çokluğunun önlenmesi için de "Türk Yapay Zekâ Kurumu (Başkanlığı)" kurulmasından söz edilmektedir. Çok sayıda kurum yerine tek kurumun altında işlevleri ve yetkileri tanımlanmış birimlerin olması yapısal açıdan daha uygundur; YZ gibi yatay kesitlere sahip bir olgunun kolaylaştırıcılığını üstlenen ve bünyesinde ilgili uzmanlıkları barındıran tek bir kurum yönetsel açıdan da daha sağlıklıdır.

6. Kurulması önerilen Türk Yapay Zekâ Kurumunun ne tür yetkileri olacağı, diğer kurumlar üzerinde ne tür yaptırımları olacağı raporda belirtilmemektedir. Ayrıca hazırlanmakta olan YZ yasası uyarınca hangi bakanlık veya bakanlıkların, hangi kurumların sorumlu kılınacağı da açık değildir. Kurumlar arasındaki iletişim ve veri paylaşımının hangi usullere göre olacağı da belirsizdir. Raporda önerilen yasal düzenlemeler ve kurumsal yapılanmalar tanımlanırken başta TMMOB olmak üzere ilgili meslek birlikleri ve uzmanlık örgütleriyle işbirliği yapılmalıdır.

7. Raporda verinin kamusallığına, veri sahipliğine, verinin özel mülkiyet konusu olmaktan çıkarılmasına ve genel olarak kamu verilerinin YZ uygulamalarında kullanılmasına ilişkin herhangi bir görüş, yorum ya da öneri açıkça belirtilmemiştir.

8. Özel kesimin geliştireceği ve/veya kullanacağı YZ araçlarında kamu verilerinin kullanılmasına ilişkin izin, onay ve yaptırımların yanı sıra özel kesimin verilerinin kamu YZ uygulamalarında devletçe hangi kurallarla (izinlerle) kullanılacağına ilişkin görüş ve düzenlemelere raporda yer verilmemiştir.

9. Raporda, YZ uygulamalarının toplumsal yarar için kullanılması, bu bağlamda kamu kurumları arasında etkin veri paylaşımın yapılmasını sağlayacak düzenlemeler ve yöntemler açıklanmamıştır. Önerimiz: Veri paylaşımı ve kullanımı konusunda CBS süreci incelenmeli ve orada yaşanan sorunların (kurumsal değişiklikler, hedeflerin gerçekleşmemesi, kurumlar arası iletişimsizlik, görev alanı değişiklikleri vb.) tekrar edilmemesi sağlanmalı.

10. YZ üreticileri açısından rapordaki genel yaklaşım piyasacı, özel sektör girişimine ağırlık veren bir anlayışı ortaya koymaktadır. Kamu kurumlarının da YZ ürünleri/araçları geliştirmesi ve bedelsiz olarak yurttaşların erişimine/kullanımına açması sağlanmalıdır.

11. Raporda özel kesimin YZ üretimine önemli destekler (teşvikler) sağlanmasından sıklıkla söz edilmektedir. Bu desteklerin hangi ölçüt ve kurallarla sağlanacağı, sonuçlarının nasıl ölçülüp sınanacağı açık değildir ki özellikle dijitalleşme konusunda sağlanan desteklerin etki analizi yapılmaksızın bu tür adımların atılması, pek çok çöp proje olması riski doğurmaktadır.

12. Raporda YZ alanındaki yatırım ve işletme bütçeleri/hedeflerinden yeterince söz edilmemektedir ki bu durum şunları akla getirmektedir: YZ'ye ayrılan yatırım ve işletme bütçeleri ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde olacak mıdır? Ayrılacak bütçe ve belirtilen destekler iktidar yanlısı şirketlere kaynak aktarımı amaçlı mı olacak? Yatırım ve destekler konusunda belirli aralıklarla kamuya açık raporlar yayımlanmalı ve saydam olunmalıdır.

13. YZ üretiminde ve uygulamalarında bölgesel öncü giderek küresel güç olmaya değinilen raporda YZ için zorunlu olan İnternet altyapımızın, elektrik iletim ve dağıtım sistemlerimizin yetersizliğinin nasıl giderileceğine ilişkin herhangi bir görüş ya da hedef içerilmemektedir. Uzmanların ölçümüne göre en az 4 milyon km olması gereken fiberoptik İnternet ağımız BTK'nin 2024 Faaliyet Raporuna göre ancak 605 bin km'ye yaklaşmıştır. Elektrik iletim ve dağıtım hatlarımızdaki aksaklıkların neden olduğu kesintilerin çok sayıda il-ilçemizde günlük yaşamları bile olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu altyapı eksikleri göz önünde tutulduğundan raporda belirtilen hedeflerin gerçekçi olmadığı ortadadır.

14. Raporda YZ'nin geliştirilmesi ve işletilmesinde zorunlu olan veri merkezlerinin (VM) kurulacağı birkaç kez yinelenmektedir; ancak VM'ler için gereken İnternet ve enerji altyapısının nasıl sağlanacağı açıklanmamıştır. Ayrıca VM'lerin enerji tüketimi, çevreye verdiği zararlar ve bu bağlamda çevre etki değerlendirme (ÇED) incelemeleri

gibi konularda ne tür düzenlemelerin yapılacağı belirtilmemiş; kaynaklarımızın olumsuz kullanımına, doğaya ve canlı yaşamına tehdit oluşturan VM'lere ve YZ uygulamalarına ilişkin yaptırımlara yer verilmemiştir.

15. Raporda YZ, öncelikle verimlilik artışı, maliyetlerin düşürülmesi ve uluslararası rekabet gücünün artırılması amacıyla ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, YZ'nin çalışma yaşamı ve mühendislik-mimarlık- şehir plancılığı emeği üzerindeki etkilerini ikincil plana itmektedir. YZ uygulamaları mühendislik- mimarlık-şehir plancılığı, bilişim ve teknik hizmet alanlarında emek süreçlerini dönüştürmekte, daha az sayıda çalışanla aynı işin yapılmasını olanaklı kılmakta, istihdam daralması, ücret baskısı ve güvencesiz çalışma biçimlerini yaygınlaştırmaktadır. YZ politikaları, yalnızca verimlilik hedefleriyle değil, istihdamın korunması, mesleki özerklik ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi temelinde ele alınmalıdır.

16. Raporda, YZ modellerinin/araçlarının eğitiminde emek veren veri üreticileri, veri etiketleyicileri gibi iş alanları, bu alanlarda çalışan kişilerin istihdam olanakları ve ücretleri, çalışma koşulları, hakları ve sosyal güvencelerine yönelik düzenleme ve kurallar kapsanmamıştır.

17. Raporda kamu hizmetlerinde YZ destekli otomatik karar ve analiz sistemlerinin yaygınlaştırılması olumlu bir gelişme olarak sunulmaktadır. Ancak bu tür uygulamalar, kamu çalışanlarının mesleki takdir yetkisini daraltma, karar süreçlerini saydam olmayan algoritmalara devretme ve yurttaşların itiraz ve hak arama mekanizmalarını zayıflatma riski taşımaktadır. YZ, kamu hizmetlerinde insan kararının yerine geçen değil, insan emeğini destekleyen, denetlenebilir ve hesap verebilir bir yardımcı araç olarak kullanılmalıdır. Son karar yetkisi her koşulda insanda kalmalıdır.

18. Özgür yazılım lisansları kullanan YZ araçlarının geliştirilmesi ana hedeflerden biri olmalıyken raporda özgür yazılımların kullanımından ve özendirilmesinden (desteklenmesinden, teşviklerden) hiç söz edilmemiştir.

19. Raporda, YZ uygulamalarıyla birlikte ele alınması beklenen endüstriyel robotlar ile hizmet amaçlı robotlara hiç değinilmemiş; gerek sanayi kesiminde gerekse günlük yaşamda kullanılabilecek robotların tasarımı, üretimi ve kullanımına ilişkin standartlar ve düzenlemeler konu edilmemiştir.

TBMM Yapay Zeka Araştırma Komisyonumuzun 4 aylık çalışma süresi ve sonrasındaki bu Raporunun hazırlanmasında emeği geçen değerli başkanı ve milletvekillerimize, TBMM uzmanlarımıza, Komisyonumuza kıymetli görüş ve

değerlendirmeleriyle katkı sağlayan kamudan, akademiden ve özel sektörden uzmanlara teşekkür ederiz. Ortaya çıkan bu raporun YZ gibi çok büyük bir alanda Türkiye ve dünya ölçeğindeki tartışmaların takibine ve önümüzdeki süreçte ülkemizin bu önemli rekabette geri kalmaması için gerekli adımların atılmasına katkılar sağlamasını temenni ediyoruz.

Ancak hem Türkiye'nin mevcut YZ altyapısının ve hedeflerinin gerçekçi bir biçimde değerlendirilememesi nedeniyle; hem bu alanla doğrudan ilgili meslek örgütleri olan Bilgisayar Mühendisleri Odası, TMMOB, Türkiye Barolar Birliği, işçi sendikaları ile basın ve ifade özgürlüğü ile ilgili meslek örgütlerinin ve STK'ların görüşlerinin alınmamış olması nedeniyle, hem de hedeflenen yeni YZ politikalarının demokratik denetim ve temel hak ve özgürlüklerin korunması, kamusal sorumluluğun belirlenmesi, işgücü açısından yaratılacak sorunların çözümü, ortaya konan hedef ve projeler için gerekli mali kaynaklar ve nitelikli insan kaynağının sağlanması ve bunlar gibi temel alanlarda gerekli stratejilerin yeterince tartışılıp ortaya konamamış olması nedenleriyle bu rapora şerh düşülmesi ve yukarıda ifade ettiğimiz hususların ilave görüş olarak iletilmesi kanaatine varılmıştır

Ednan Arslan	**Utku Çakırözer**	**Yunus Emre**
İzmir Milletvekili	**Eskişehir Milletvekili**	**İstanbul Milletvekili**

Gizem Özcan	**Hasan Öztürk**
Muğla Milletvekili	**Bursa Milletvekili**

Diyarbakır Milletvekili Sevilay ÇELENK ÖZEN ve Van Milletvekili Zülküf UÇAR'ın Muhalefet Şerhi

Yapay zekanın kazanımlarına yönelik atılacak adımların belirlenmesi, bu alanda hukuki altyapının oluşturulması ve yapay zeka kullanımının barındırdığı risklerin önlenmesine ilişkin tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan Meclis Araştırması Komisyonu raporuna ilişkin muhalefet şerhimiz ektedir.

MUHALEFET ŞERHİ

A. USULE İLİŞKİN DEĞERLENDİRMELER

1. Komisyon Çalışmaları Çoğulcu Katılım Esasına Dayalı İşlememiştir

2025 yılı Ocak ayında "TBMM Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla" kurulan komisyon, çalışma süresinin bir ay uzatılmasıyla beraber 4 ay faaliyet göstermiştir. Komisyon üyeleri, çalışmalarında ve rapor yazımında yararlanmak amacıyla 3 çalışma ziyareti düzenlemiş, ilgili kurumlar, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenlerin de sunumlarıyla 13 toplantı gerçekleştirmiştir. Komisyonun çalışma süresi içinde, 8 Mayıs 2025'te, Meclis Başkanlığı tarafından "Veriden Karara Yapay Zekâ Zirvesi" düzenlenmiş ve komisyon kısa bir süre sonra çalışmalarına son vermiştir.

Yapay zeka teknolojilerinin toplumsal, ekonomik ve hukuki düzeni hızlı değiştirme potansiyeli göz önüne alındığında, bu alanda yürütülen yasama ve araştırma faaliyetlerinin öncelikle şeffaflık, katılımcılık ve çoğulculuk ilkelerine tam uyum esasıyla gerçekleşmesi gerekir. Ancak Komisyonun çalışma süreci ve sonrasında da rapor yazım aşamalarında bu gerekliliklere uygun hareket edildiğini söylemek güçtür. 28 Ocak 2025'te gerçekleştirilen ilk toplantıda, Başkanlık, komisyon çalışmaları sonucunda ortaya çıkması gereken raporun hazırlanmasında destek istenen kurum ve uzmanları komisyon üyeleriyle istişare etmeksizin belirlediğini bildirmiştir. Ayrıca Başkanlık tarafından, komisyonda dinlenilecek uzmanlar hakkında komisyon üyelerine fikirleri usulen sorulmuş olsa da muhalefet partisi mensubu komisyon üyelerinin alanlarında yetkin gördükleri ve dinlemek istedikleri uzmanları komisyona önerebilmeleri için yeterince alan açılmamıştır. Bu bağlamda komisyon çalışmaları ağırlıklı olarak Başkanlığın tasarrufu çerçevesinde iktidar partisi mensubu üyelerce belirlenmiştir.

Komisyonun yapay zeka olgusuna yaklaşımı önemli ölçüde yapay zekanın bir teknoloji imkanı olarak tıptan, eğitime ve güvenliğe farklı alanlarda vaat ettiği kapasiteye odaklanmıştır. Komisyonun çalışma tarzı komisyon üyesi milletvekilleriyle tartışma imkanı yaratarak bu kapasitenin eleştirel ve güncel bir değerlendirmesini yapmak, avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmek, mevzuat geliştirmeye ve etik ilkelere ilişkin önerileri almak

ve bu görüşmeleri komisyon raporuna etkili bir şekilde yansıtmak gibi bir çabayı gerektiği kadar içermemiştir. Her hafta düzenli olarak komisyona davet edilen farklı kurum temsilcileri ve yapay zeka çalışmaları alanının aktörleri dinlenmiş ve bu önemli ölçüde tekrara düşmeyi getirmiştir. Zira her temsilci ya da aktör öncelikle yapay zeka ve yapay zeka teknolojilerinin tanıtımı ile başlamış ve ilgili kurum ya da aktörlerin bu alandaki çalışmalarını aktarmıştır. Sunuşları takiben aktörlere kısıtlı sürelerle soru sormaya dayalı bir çalışma usulü benimsenmiştir. Bu çalışma yönteminin tekrara düşmesi ve komisyon üyelerinin katılımını engellemesi kaçınılmazdır. Bu yöntem, komisyon üyelerinin etkin katılımını teşvik eden bir çalışma yöntemi değildir.

Komisyon çalışmaları süresince 119 kişi dinlenmiş ve çok sayıda kurumdan görüş ve bilgi notu alınmıştır. Ancak dinlenen uzmanların veya kurumların listesi analiz edildiğinde kamu kurumlarının, danışmanlık firmalarının ve teknoloji şirketlerinin baskın olduğu görülmektedir. Buna karşılık, yapay zekanın yaratacağı iş gücü dönüşümünden doğrudan etkilenecek olan sendikaların, hak temelli sivil toplum örgütlerinin ve dezavantajlı grupların sürece katılımı sembolik düzeyde kalmıştır.

Ziyaretler ve davetlerle sağlanan sembolik katılımın komisyonun amacına dönük sonuçlar yaratamadığı, bütün ilgili kesimlerin katılımıyla çalışmanın her aşamasında demokratik işleyişin hakim kılınması gerektiği açıktır. Katılımı ve şeffaflığı esas almayan bu çalışma biçimi sonunda ortaya çıkan "Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması Ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporunun da aynı şekilde bu yönüyle önemli eksiklikler taşıdığı ifade edilmelidir. Sonuç olarak hazırlanan raporun yazımı ile önerilerin belirlenmesi yöntemi de yeterince şeffaf ve katılıma dayalı olmadığı için komisyon üyesi milletvekillerinin etkin katılımı ve çalışmaların verimliliği de olumsuz etkilenmiştir.

Yapay zeka teknolojisine ilişkin araştırma faaliyetlerinin güncel önemi düşünüldüğünde, komisyonda ilgili tüm kesimleri kapsayan ve demokratik usullere uygun bir işleyişin yararı açıktır. Ancak komisyonun çalışmalarına başlamasından önce topluma ve ilgili kesimlere yeterli bilgilendirme yapılmadığı gibi demokratik katılım imkanı da yaratılmamıştır. Yine çalışmaların sonunda ortaya çıkan raporun hazırlanması, değerlendirmelerin rapora işlenmesi ve önerilerin hazırlanmasında da yeterli katılım koşulları oluşturulmamıştır. Araştırma komisyonlarının işleyişinde ortak sorun olan bu husus mevcut komisyon çalışmalarında da bir kez daha açığa çıkmıştır.

Komisyonun çalışma usul ve esaslarına dair alınan kararlar incelendiğinde, metnin son halini verme noktasında Komisyon Başkanlığı'na tanınan ucu açık "redaksiyon yetkisi" göze çarpmaktadır. Bu geniş yetki alanının, yalnızca teknik bir düzenleme aracı olarak kalmadığı açıktır. Düzenleme ve uyumlu hale getirme yetkisini ifade eden redaksiyonun, esasa dair içerik ekleme şeklinde kullanılıp kullanılmadığı hususu muğlak kalmaktadır. Nitekim komisyonun şeffaflık ilkesine uygun işlemeyen çalışma yöntemi, redaksiyon sürecini de karanlıkta bırakmıştır. Komisyonun çalışma yöntemine dair bahsedilen ilkeler esas alınmadığı gibi komisyon çalışmalarına hakim olan anti-demokratik işleyiş, raporun hazırlık ve yazım aşamalarında da sürdürülmüştür. Yapılan öneriler dikkate alınmamış ve rapor tek yönlü bir

bakış açısıyla yazılmıştır. Başkanlığa sunduğumuz birçok önerinin rapor taslağında yer almaması bu hususu kanıtlamaktadır. Birkaç örnek vermek gerekirse;

- "Algoritmik adaletin sağlanması ve algoritmik ayrımcılığın önlenmesi adına, öneri tablosunda yer alan 4. önerideki "Ulusal Dil Veri Seti" ve "milli değerler" vurgusunun, Türkiye'de konuşulan farklı ana dilleri de kapsayacak şekilde genişletilmesi gerektiğine dair öneri
- 19 ve 21. önerilerde öngörülen kurumsal yapılanma biçimlerinin demokratik esaslarla oluşturulması, kurulması önerilen Yapay Zeka ve Veri Kurumlarının, sadece kamu personeli ve teknik uzmanlardan oluşmaması, bu kurumların yönetim ve denetim kurullarında insan hakları örgütleri, sivil toplum kuruluşları ve ilgili alanlarda çalışan akademisyenler, bilhassa konuya ilişkin etik perspektife odaklanan bilim insanları için "sabit kontenjan" ayrılması ve demokratik katılımın güvence altına alınması gerektiği önerisi
- 40. öneride öngörülen yargı mensuplarına yönelik eğitimlerin teknik okuryazarlığın ötesinde bir içerikle tasarlanması ve bu eğitimlerin, algoritmaların "teknik tarafsızlık" illüzyonu altında toplumsal eşitsizlikleri nasıl yeniden üretebildiğine dair eleştirel bir hukuk perspektifini içermesi; yargı mensuplarının, yapay zeka çıktılarının veri setindeki tarihsel önyargıların bir yansıması olabileceği konusunda uzmanlaşması ve algoritma karşısında birey haklarını savunacak yetkinliğe ulaştırılması..." şeklindeki birçok öneri sunulmasına rağmen rapor taslağında bu önerilere herhangi bir şekilde yer verilmemiştir.

Sürecin bu şekilde merkezileştirilmesi**,** farklı siyasi partilerin, bağımsız uzmanların ve akademik çevrelerin sunduğu kritik görüşlerin raporun nihai metnine etkili bir biçimde yansımasını engellemiştir. Şeffaflıktan uzak ve denge-denetleme mekanizmalarının devre dışı bırakıldığı bu yapı içerisinde, muhalefetin sürece dair etkisi ve katkısı son derece sınırlı kalmış, dile getirilen itirazlar metnin özüne sirayet edemeden sembolik bir düzeyde tutulmuştur. Rapor düzenlenirken sürecin tek taraflı bir biçimde yönetilmesi, raporu toplumun tüm kesimlerinin ortak aklını temsil eden çoğulcu bir metin olmaktan çıkarmıştır. Sonuç olarak ortaya çıkan doküman, yapay zeka gibi hayati bir konuda ortak bir gelecek vizyonu inşa etmek yerine, yalnızca yürütmenin mevcut tercihlerini onaylayan ve iktidar perspektifini hakim kılan tek sesli bir metin niteliğinde kalmıştır.

2. Yapay Zeka Teknolojileri Konusunda Yapılan Zirve Politik Lansman Gibi Sunulmuştur

08.05.2025 tarihinde, muhalefet partilerinden temsilcilerle, özel sektör, akademi ve sivil toplum kuruluşlarından kişilerin aynı ortamda buluşması sağlanarak gerçekleştirilen, "Veriden Karara Yapay Zekâ Zirvesi" yapay zekâ için ortak bir vizyonun geliştirilmesi iddiasını taşımıştır. Oysa, katılımcı yönüyle çoğulcu görünen bu zirve özellikle Meclis Başkanı Numan Kurtulmuş ve Cumhurbaşkanı Cevdet Yılmaz'ın sunumlarıyla birlikte değerlendirildiğinde daha çok iktidar tarafından teknolojik gelecek anlatısıyla siyasal iletişim aracı olarak kullanılmıştır. Buna karşın, eleştirilerin karar alma mekanizmalarına veya somut politika değişikliklerine dönüşme ihtimali gözlenmemiştir. Zirvede veri altyapısının

yetersizliği, KOBİ'lerin yapay zekâ kullanım oranlarının düşüklüğü, beyin göçü, Ar-Ge çıktılarının sınırlılığı ve kamu-özel koordinasyon eksikliği gibi dile getirilen sorunlar sadece önemli tespitler olarak yer almış, bu sorunlar doğrudan kamu politikalarıyla ve politik sorumlulukla ilişkilendirilmemiştir. Zirvede Yapay zekâ stratejisine ilişkin net kamu kaynağı, yeterli bir plan ve programlama, özellikle bağımsız denetim mekanizmalarını ve kamusal faydayı önceleyen somut adımlar ortaya konmamıştır. Bu nedenlerle Zirve yapısal eksiklikleri ve sorumluluğu gözardı eden bir lansman mahiyetinde kalmıştır.

3. Yapılan Çalışma Ziyaretlerinden Toplumsal Fayda Amacı Gözetilmemiştir

Komisyon, TÜBİTAK başta olmak üzere İTÜ, Koç gibi üniversiteler ile TOGG, TOBB ETÜ, Baykar gibi kamu-özel sektördeki kurumlara çalışma ziyareti gerçekleştirmiştir. Çalışma ziyaretlerinde özellikle ULAKBİM ARF-ACC gibi altyapılar, Türkiye'nin dijital egemenliği açısından stratejik değerde görülmüş, Türkçe Büyük Dil Modeli geliştirme hedefi önemini korumuş ve üniversite-sanayi-kamu temaslarının arttığı bilgisi ön plana çıkmıştır.

Öte yandan, etik ve hukuki farkındalık konusunda uygulamadaki zayıflıklar, algoritmik hesap verebilirlik ve yaptırım mekanizmalarının somutlaşmaması, merkezi bir koordinasyonun olmaması, verilere erişimde kısıtlılık ile KVKK'nın güncellenmemesi, altyapıda yüksek dışa bağımlılığın yanı sıra yaşanan beyin göçü ve nitelikli iş gücü yokluğu ile yapay zekâ altyapısının halihazırda tükettiği enerjinin maliyetli olması gibi eksiklikler ifade edilmiştir.

Çalışma ziyaretleri dolayısıyla, Türkiye'nin yapay zekâ alanında özellikle altyapı kurma, nitelikli insan yetiştirme ve teknoloji geliştirmede iddialı olduğu fakat günümüzde bu iddiaların gerçekleşmesi için kapsayıcı, sürdürülebilir ve uygulanabilir bir stratejiye dönüşemediği bilgisi açığa çıkmıştır. Bu bağlamda; yapılan ziyaretler, kurumlar açısından güçlü bir tanıtım içermiş ancak hızla gelişen Yapay Zeka teknolojisi karşısında etkili kamu politikaları üretmekte yetersiz kalındığını göstermiştir.

B. YAPAY ZEKA VE TÜRKİYE

1.Türkiye'de Yapay Zeka İle İlgili Kamu Destek ve Teşvik Mekanizmaları"nın Etkililiği

Türkiye'de yapay zekâ alanına yönelik kamu destek ve teşvikleri başta 12. Kalkınma Planı, Yapay Zeka Strateji Belgesi (2021-2025) gibi belgelerde düzenlenen şekliyle TÜBİTAK, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları ve ilgili kamu kurumları aracılığıyla yürütülmektedir. Bu destekler; araştırma-geliştirme faaliyetleri, üniversite-sanayi işbirlikleri, özel sektör projeleri ve girişimciliğin güçlendirilmesi amacıyla kurgulanmıştır.

Komisyon çalışma süresi boyunca "Türkiye'de yapay zekâ ile ilgili kamu destek ve teşvik mekanizmalarının etkisi hakkında ilgili kurum temsilcilerini (Yapay Zekâ Politikaları Derneği, Türkiye Bilişim Sanayicileri Derneği, Açık Veri Ve Teknoloji Derneği gibi) dinlemiştir. Kurum temsilcileri, mevcut destek yapısı, proje sayısı ve kamu kaynaklarından ayrılan bütçenin büyüklüğü hakkında kısmi artış ile beraber destek yapısını ve teşvik mekanizmalarını etkisi ve sürekliliği bakımından eleştirmiştir. Desteklerin büyük ölçüde proje bazlı kurgulandığı ve yeterli derinliğe ulaşamayıp bürokratik süreçlere sıklıkla takıldığı ve bu şekilde gelişen yapay zeka teknolojisinin hızının yakalanamadığı belirtilmiştir. Özellikle start-up'lar için erken aşama desteklerin sınırlı, büyüme için finansman araçlarının ise yetersiz

olduğu belirtilmiştir. Kamu destekleri; üniversiteler, özel sektör ve start-up'lar arasında ekosistem yaratmakta yetersiz kalındığı ve özellikle beyin göçünü önlemeye yönelik doğrudan gelir, yaşam ve araştırma güvencesi sağlayan teşviklerin az olduğu vurgulanmıştır. Yine büyük dil modelleri, veri altyapısı ve enerji gibi kritik alanlarda daha sürdürülebilir ve bütüncül teşvik mekanizmalarının eksikliğine dikkat çekilmiştir. Anonimleştirilmiş kamu verilerinin araştırma ve ürün geliştirme amacıyla güvenli ve denetlenebilir biçimde paylaşılmasına yönelik açık ve uygulanabilir bir çerçevenin bulunmaması dolayısıyla KVKK ile uyumlu bir modele ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, Raporda yer alan şekliyle mevcut kamu destek ve teşvik mekanizmaları yapay zekâ alanında geleceğe yönelik iktidarın manipülatif söylemi olmasının ötesine geçmemiştir. Teşvik mekanizmaları ve Türkiye'deki destek yapısı iktidarın iddia ettiği üzere güçlü ve dönüştürücü değildir. Sahada faaliyet gösteren STK'lar, girişimler ve özel sektör temsilcileri; desteklerin kısa vadeli ve sonuç odaklı olmayan bir anlayışla yürütüldüğünü açık biçimde ortaya koymuştur. Bu alanda kamusal faydayı, bilimi ve toplumsal yararı önceleyen politikalara geçilmesi zorunludur. Öncelikle üniversite, özel sektör, start-up ve STK'ları aynı hedef etrafında birleştiren uzun vadeli programlar oluşturulabilmelidir, sürekli finansman ve ortak altyapı sağlanmalıdır. Burs ve geçici proje destekleri yerine; nitelikli araştırmacı ve mühendisleri ülkede tutacak şekilde kalıcı araştırmacı kadroları, kamu-özel ortak istihdam modelleri ve uzun vadeli maaş destek programları hayata geçirilmelidir. Yaşam maliyeti ve akademik özgürlük başlıkları, yapay zekâ politikalarının ayrılmaz parçası olarak ele alınmalıdır. Yapay zekâ alanındaki destek ve teşvik politikaları; STK'ların, meslek örgütlerinin, girişimlerin ve bağımsız akademisyenlerin kurumsal ve sürekli katılımıyla şekillendirilmelidir. Yapay zekânın toplumsal, hukuki ve etik etkilerini inceleyen bağımsız araştırmalar için özel fon programları ile yapay zekânın, yalnızca teknik bir konu değil, kamusal sorumluluk meselesi olduğu bilinciyle hareket edilmelidir.

2. Türkiye'de Yapay Zeka Alanında Politika Çalışmaları ve İdari Yapılanma

Türkiye'de yapay zekâ ve uygulamaları öncelikle dijital dönüşüm ve e-devlet politikalarının bir bileşeni olarak ele alınmış daha sonra Kalkınma Planları, Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programları ve Sanayi–Teknoloji Stratejileri aracılığıyla desteklenen hedef odaklı bir politika alanı hâline gelmiştir. Raporda, idari yapılanma açısından yapay zekâ politikalarının çok sayıda kamu kurumu tarafından yürütüldüğü ve bu süreçte koordinasyonu güçlendirmeye yönelik adımlar atıldığı aktarılmıştır. Fakat yapay zekâ alanında politika üretimi, kurumsal kapasite oluşturma ve idari koordinasyonu geliştirme yönünde atılan adımların günümüzde yaşanan sorunları hangi mekanizmalarla nasıl çözüme kavuşturabildiği bilgisine yer verilmemiştir. Daha bütüncül bir yönetim modeli, net görev tanımları ve sürdürülebilir bir uygulama çerçevesi oluşturma gibi konular orta ve uzun vade için hedef olarak yer almıştır.

Nitekim, günümüz değerlendirildiğinde, yapay zekâ alanında siyasi sorumluluğun açık ve hesap verebilir bir biçimde üstlenilmediği, politika üretimindeki gecikme ve parçalı yaklaşımın ise ciddi yönetim sorunları doğurduğu açıktır. Bütüncül bir yapay zekâ politikasının ve net bir idari yapılanmanın zamanında oluşturulamamış olması veri güvenliği açıkları, kişisel ve kamusal verilerin korunamaması, veri sızıntıları ve hukuki belirsizlikler

gibi riskleri artırmış ve kamu idareleri yaşanan sorunlar karşısında daha çok yasak getirmeye yönelmiştir.

Örneğin, yakın geçmişte kamuoyuna da yansıyan e-devlet verilerinin çalınması gibi iddialarla birlikte değerlendirildiğinde, yapay zekâ ve dijital teknolojiler alanındaki politika eksikliğinin doğrudan güvenlik ve hukuk sorunu ürettiği görülmektedir. Kamu kurumlarının elinde bulunan büyük ölçekli kişisel ve kurumsal verilerin hangi standartlarla işlendiği, kimler tarafından hangi amaçlarla erişildiği ve yapay zekâ sistemlerinde nasıl kullanıldığına ilişkin açık, bağlayıcı ve denetlenebilir bir çerçevenin oluşturulamamış olması veri ihlallerini tekil olaylar olmaktan çıkararak bir güvenlik açığına dönüştürmüş ve sorumluluk tam tanımlanmadığından idari ihmaller için de etkili bir hesap verme mekanizması işletilmemiştir.

Yine X platformu ile entegre çalışan yapay zekâ tabanlı bir sohbet uygulaması olarak Türkiye'de de kullanıcılar tarafından erişilebilir hâle gelen Grok uygulamasına ilişkin yaşanan sorun bir süre tüm kamuoyunun gündeminde olmuştur. Grok, ürettiği bazı içerikler nedeniyle kamuoyunda tartışma konusu olmuş, uygulamanın verdiği cevapların siyasi içerik, hakaret, dezenformasyon veya kamusal düzeni nefret söylemi bağlamında etkileyebilecek nitelikte olduğu iddiaları üzerine konu, kısa sürede idari ve hukuki makamların gündemine taşınmıştır. BTK ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yapılan açıklamalarda, dijital platformlar ve yapay zekâ uygulamalarına yönelik denetim ve müdahale yetkisine vurgu yapılmış olsa da bu konuda yaşanan hukuki belirsizlikler nedeniyle adli soruşturma ve fiili yasaklama tartışmaları başlamış ve nihayetinde bir yapay zeka uygulaması olan Grok'a savcılık tarafından soruşturma açılmıştır. İfade özgürlüğü, bilgiye erişim hakkı ve dijital platformların sorumluluğu gibi konuların odağında Grok örneği, yapay zekâ teknolojileri hakkında Türkiye'de kapsamlı bir politika ve idari yönetim çerçevesinin ise henüz oluşturulamadığını açıkca göstermiştir.

Bu örnekler birlikte değerlendirildiğinde, çok sayıda strateji belgesi hazırlanmasına, yeni kurumlar kurulmasına ve önemli kamu kaynakları ayrılmasına rağmen, yapay zekâ ve veri yönetimi alanında bütüncül, net ve bağlayıcı mekanizmaların henüz oluşturulamadığı anlaşılmaktadır. Sonuçta, Türkiye'de yapay zekâ politikalarının stratejik planlama yerine gecikmiş müdahalelerle şekillendiğini ve bunun siyasi sorumluluk ve kamu güvenliği açısından ciddi riskler doğurduğunu göstermektedir.

Ayrıca Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve İletişim Başkanlığı'nın doğrudan Cumhurbaşkanlığına bağlı olarak yapılandırılması, bu kurumların bağımsız politika üretme kapasitesini sınırlayan temel bir sorunu yansıtmaktadır. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, ulusal yapay zekâ stratejileri, yol haritaları ve politika belgeleri üretmiş olsa da, bu belgelerin önemli bir kısmı bağlayıcılığı olmayan, uygulama ve denetim mekanizmaları zayıf metinler olarak kalmıştır. Ofis daha çok iktidarın propaganda üretme çerçevesinde bir dil benimsemiş, örneğin; veri güvenliği açıkları, kamu verilerinin korunmasına ilişkin eksiklikler veya yapay zekâ uygulamalarında yaşanan krizler karşısında bağımsız ve eleştirel bir politika değerlendirmesi ortaya koyamamıştır. İletişim Başkanlığı'nın, kamuoyunu bilgilendirme ve doğru bilgiyi yayma görevini aşan biçimde, "dezenformasyonla mücadele" başlığı adı altında haber ve bilgi akışını iktidarın hegemonyasına göre sınıflandıran ve daha çok iktidar lehine "engelleyen" bir rol üstlendiği ise neredeyse yaygın bir kabuldür. Bu durum, politika

üretiminin toplumsal fayda yerine iktidar için risk yönetimi ekseninde yürütüldüğünü göstermektedir. Bu kurumlar acilen çoğulculuğu, şeffaflığı ve hukuki öngörülebilirliği hedefleyen; Meclis denetimine açık, bağımsız düzenleyici yapılar olarak yeniden düzenlenmelidir.

Komisyon raporunun "Politika Çalışmaları ve İdari Yapılanma" bölümü, Türkiye'de yapay zekâ alanında yaşanan kurumsal dağınıklığı ve politika eksikliğini kısmen tespit etmekle birlikte, bu tabloyu ortaya çıkaran siyasi tercihlere ve idari sorumluluklara yeterince değinmemektedir. Yapay zekâ gibi çok boyutlu ve doğrudan temel insan haklarını etkileyen bir alanda, politika üretiminin uzun süre gecikmesi ve idari yapılanmanın parçalı biçimde şekillenmesi politik bir tercihtir. Nitekim Raporda bu tercihler sorgulanmamıştır. Kurumlar arası koordinasyonun artırılması, veri yönetiminin güçlendirilmesi ve etik ilkelere dayalı bir çerçeve oluşturulması gibi hedefler dile getirilse de, bu öneriler bağımsız denetim, sorumluluk ve bağlayıcı hukuki mekanizmalarla desteklenmediği için rapor yapısal bir reform perspektifi sunmaktan uzaktır.

"TBMM Yapay Zekânın Kazanımlarına Yönelik Atılacak Adımların Belirlenmesi, Bu Alanda Hukuki Altyapının Oluşturulması ve Yapay Zekâ Kullanımının Barındırdığı Risklerin Önlenmesine İlişkin Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla" kurulan komisyon, "Politika Çalışmaları ve İdari Yapılanma" temelinde öncelikle yapay zekâ alanındaki yetki ve sorumlulukları net biçimde tanımlayan, Meclise karşı hesap verebilir ve bağımsız bir kurumsal yapıyı hayata geçirecek adımlar atmalıdır. Cumhurbaşkanlığına bağlı ofisler yerine, politika üretimi, düzenleme ve denetim işlevlerini birbirinden ayıran bir yapı oluşturulmalı; bağlayıcı bir çerçeve yasa ile Yapay Zeka ve uygulamaları düzenleyici politikalarla hukuki güvenceye bağlanmalıdır. Dezenformasyonla mücadele ve içerik denetimi uygulamaları, ifade ve bilgi edinme özgürlüğünü sınırlamayacak açık güvencelerle çerçevelenmeli, hazırlanan tüm strateji ve politika belgeleri düzenli olarak Meclis denetimine tabi tutularak, siyasi sorumluluk görünür ve ölçülebilir hâle getirilmelidir.

C. YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNDE KAZANIM VE RİSK DENGESİ

1. Yapay Zeka, Yurttaşların Güvenliği ve Gözetim Toplumu

Yapay zeka teknolojileri kamu yönetiminden, hukuk, sağlık, eğitim ve güvenliğe, istisnasız olarak hayatın ve bilimin her alanına hızla nüfuz etmektedir. Bu teknolojik yayılma, beraberinde yönetilmesi gereken ciddi riskleri de getirmektedir. YZ sistemlerinin yanlı kararlar üretmesi, toplumsal ayrımcılığı tetiklemesi ve kişisel veri gizliliğini ihlal etmesi gibi durumlar, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkeleri önündeki en büyük tehditler olarak dikkat çekmektedir.

13 Mayıs 2025 tarihli komisyon toplantısında da vurguladığımız üzere YZ, basit bir teknolojik ilerleme değil, kamu yararıyla her zaman örtüşmeyen köklü bir toplumsal dönüşümler de içerebilir. Küresel ölçekte YZ teknolojilerinin büyük şirketlerin çıkarları doğrultusunda manipüle edilebilmesi devletlerin YZ'yi gözetim ve denetim amacıyla kullanma eğilimi, demokratik yurttaşlık ilkeleri açısından ciddi bir risk oluşturmaktadır. Mary Shelley'nin 1818 tarihli ünlü yapıtı Frankenstein'da Dr. Victor Frankenstein'ın yarattığı canavarın kontrolden çıkarak felakete yol açması gibi, insanlığın kendi yarattığı bu

sistemlerin şirket ve devletlerin elinde yurttaş ve toplum için birer tehdide dönüşmesi riski vardır. Buradaki tek sorun teknolojinin kontrolden çıkması değil, iktidarların bu sistemler üzerindeki kontrolü ve bu kontrolün yaratacağı demokratik tahribattır.

Komisyon Raporu'na göre Türkiye, veri güvenliğini KVKK'da yapılması önerilen değişiklikler, ulusal veri stratejisi ve veri yerelleştirme politikaları yoluyla, yani daha çok teknik ve idari önlemlerle sağlamayı hedeflemektedir. Ancak bu konudaki örnekler bu sözleri bürokratik iyi yazılmış ifadeler olmaktan öteye götürmemektedir.

Örneğin eski İçişleri Bakanı Süleyman Soylu'nun tanıttığı ve bir fotoğrafla saniyeler içinde kimlik tespiti yapabilen "KİM" adlı uygulama, bu denetimsizliğin bir örneğidir. 6698 sayılı Kanun'da İçişleri Bakanlığı'na tanımlanmış böyle bir istisna veya yetki bulunmamasına rağmen, bu uygulamanın kimler tarafından ve hangi hukuki denetimle kullanıldığına dair kamuoyuna bir açıklama yapılmamıştır.

Öte yandan devlet kurumlarının yurttaş verilerini koruma konusundaki yetersizliği güven sorununu derinleştirmektedir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanı Abdulkadir Uraloğlu'nun 85 milyon kişinin verilerinin sızdırıldığını "pandemi döneminde önlenemeyen bir sızıntı" olarak teyit etmesine karşın, Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi'nin herhangi bir veri sızıntısına rastlanmadığını iddia etmesi, kurumlar arası ciddi bir çelişkiyi ortaya koymaktadır. Kurumların birbirini yalanladığı, veri sızıntıların kanıksandığı ya da hukuksuz uygulamaların "devletin gücü" olarak meşrulaştırıldığı bir ortamda, iktidarın YZ'yi demokratik bir hak rejimi çerçevesinde yurttaşı koruyan bir araç olarak kullanacağına inanmak mümkün değildir.

Benzer biçimde uzun süredir "uyuşturucu operasyonları" adı altında yürütülen soruşturmalarda da kişisel verilerin korunmasına ilişkin ağır ihlaller yaşanmaktadır. Yargılamalar sonuçlanmadan gözaltına alınan kişilerin özel yazışmaları, kişisel tercihleri ve soruşturmayla ilgisi bulunmayan özel hayatlarına dair bilgiler kamuoyuna servis edilmekte, özellikle kadınların WhatsApp yazışmaları ve fotoğrafları basında teşhir edilmektedir. Bu ihlaller karşısında etkin bir denetim mekanizmasının işletilmemesi, kişisel verilerin korunmasının hukuki bir güvence olmaktan uzaklaştığını göstermektedir. Yurttaşların en temel kişisel verilerinin dahi korunamadığı, hukukun ve denetim mekanizmalarının işletilmediği bu tabloda, iktidarın YZ ve dijital teknolojiler alanında dile getirdiği güven, etik ve veri güvenliği vaatlerine nasıl itibar edileceği sorusu kaçınılmaz olarak gündeme gelmektedir. Özetle özel hayatın ve kişisel verilerin korunamadığı bir ülkede, bu verilerle beslenecek teknolojilerin yurttaşı koruyacağına dair söylemler inandırıcılıktan uzaktır.

Bu güvensiz ortam ve uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda, raporda yer alan kamu verilerinin YZ uygulamalarında kullanılmasına yönelik öneri ayrıca ele alınmayı gerektiriyor. Raporda, YZ çalışmalarında kamu verilerinin kullanılmasına ve kamunun elindeki veri setlerinin paylaşılmasına imkân verecek bir mevzuat çalışması yapılması önerilmekte, ardından da kamu verilerinin sınırsız ve kontrolsüz şekilde kullanıma açılmaması gerektiği not edilmektedir.

Ancak bu ifade, sorunu çözmek yerine sorunun kendisini ifşa etmektedir. Türkiye'de veri sızıntılarının olağanlaştığı, kurumların birbirini yalanladığı ve yurttaşın verisinin kimlerin elinde, hangi amaçla ve hangi yetkiyle dolaştığının dahi açıklanmadığı bir tabloda, "kamu

verisini paylaşalım" önerisi teknik bir başlık değil, doğrudan bir risk alanıdır. Bu ülkede veriyi koruyamayan bir idarenin, veriyi paylaşırken kontrol sağlayacağı vaadine güvenmemiz beklenmektedir. Oysa güven, metinlere yazılan iyi niyet cümleleriyle değil, toplumun tüm kesimlerini kapsayan, çoğulcu, akılla şekillenen, şeffaflık ve hesap verebilirlik temelinde işleyen demokratik bir düzenin kurulmasıyla mümkündür.

Dahası, kontrolsüz kullanım olmasın uyarısı, bağlayıcı mekanizmalar tarif edilmediği sürece bir temenniden ibarettir. Hangi veri setlerinin açılacağı, kimin erişeceği, hangi kurumun hangi şartlarda veri işleyebileceği, bu işlemenin nasıl kayda geçirileceği ve ihlal halinde hangi yaptırımların uygulanacağı açıkça yazılmadıkça bu öneri, kamu verisini kamusal faydanın aracı olmaktan çıkarıp denetimsiz bir güç alanına dönüştürme potansiyeli taşır. Sonuçta bir kez açılan veri kapısı, yalnızca araştırma için değil, gözetim için de kullanılır. Üstelik bu ülkede yurttaşın itiraz kanalları daraltılmışken ve yargıya güven ciddi biçimde aşınmışken, kamu verisi paylaşımı başlığının bu gerçeklikten bağımsız biçimde ele alınması raporu eksik değil, tehlikeli kılar.

Ayrıca kamuya ait veriler, iktidara yakın çevreler tarafından giderek ekonomik bir değer ve stratejik kaynak olarak tanımlanmaktadır. Baykar Yönetim Kurulu Başkanı Selçuk Bayraktar'ın 11. Türk Tıp Dünyası Kurultayı'nda e-Nabız verilerini *"işlenmemiş devasa bir hazine"* ve *"yerin altında bekleyen bir maden cevheri"* olarak nitelendirmesi bu yaklaşımın en açık göstergelerinden biridir. Milyonlarca yurttaşın sağlık verisinin bir "maden" metaforuyla tarif edilmesi, kişisel verilerin öncelikle ekonomik potansiyel üzerinden ele alındığını ortaya koymaktadır. Her ne kadar konuşmasında veri güvenliğinin önemine de değinmiş olsa da, veriyi ekonomik değer üretilecek ham madde olarak konumlandıran bu söylem, hak temelli bir yaklaşım konusunda ciddi soru işaretleri yaratmaktadır.

Kişisel verilerin korunmasına ilişkin güvenceler güçlendirilmeden, bağımsız ve etkili bir denetim mekanizması kurulmadan kamuya ait veri setlerinin YZ sistemlerine açılması, kişisel verilerin korunması açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Veri sızıntılarının yaşandığı, hukuki denetimin zayıf kaldığı ve kurumsal çelişkilerin sürdüğü bir ortamda, kamu verisinin ekonomik fırsat başlığı altında geniş ölçekli kullanıma açılması, yurttaş haklarını güvence altına almak yerine yeni ihlal alanları üretme tehlikesi taşımaktadır.

Raporda, YZ'nin toplumsal ayrımcılığı tetikleyebileceği ve bu alanda ortaya çıkan sorunlara ilişkin dünyada yaşanan örnekler üzerinden bu riskler açıklanmıştır. Ayrıca YZ teknolojilerinin önyargılı verilerle eğitilmesi hâlinde ayrımcılığa yol açabileceği vurgulanmış, YZ destekli kararların insan onurunu zedelememesi, ayrımcılık üretmemesi ve bireylerin hak ve özgürlüklerini ihlâl etmemesi için gerekli tedbirlerin önceden düşünülmesi gerektiği ifade edilmiş ve insan denetiminin önemi özellikle öne çıkarılmıştır.

Fakat karşımızda çok önemli sorular durmaktadır: YZ kimin elinde? Özel şirketlerin YZ verilerine erişimine izin verilecek mi? Türkiye'de YZ uygulamalarını eğitecek kişi ve kurumlar nasıl belirlenecek? Örneğin bu kişilere insan hakları, ayrımcılık, ırkçılık eğitimleri verilecek mi?

Bu sorular yalnızca teknik düzenleme başlığı altında geçiştirilemez. Kurumların kurumsal özerkliğinin zayıfladığı ve kamu yönetiminin şirket mantığıyla yürütüldüğü bir ortamda,

YZ'nin kamusal yarar doğrultusunda ve ayrımcılıktan uzak biçimde uygulanacağına dair inandırıcı bir güven zemini oluşmamaktadır. Nitekim 2025 yılında ASAL Araştırma tarafından gerçekleştirilen çalışmada yurttaşlara yöneltilen "Sizce bugün Türkiye'nin en güvenilir kurumu hangisidir" sorusuna katılımcıların yüzde 24,9'u "Hiçbir kuruma güvenmiyorum" yanıtını vermiştir ve bu oran verilen en yüksek cevap olmuştur. Bu veri, kurumsal güven erozyonunun yalnızca bir algı değil, ölçülebilir bir toplumsal gerçeklik olduğunu göstermektedir. Türkiye'de kamu kurumlarına duyulan güven uzun süredir azalmaktadır.

Örneğin raporda adı sıkça geçen ve YZ alanındaki rolüne özel önem atfedilen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), son yıllarda kamuoyunda güven kaybı yaşanan kurumlardan biri olarak öne çıkmaktadır. TÜBİTAK'ın, Türkçe Büyük Dil Modeli geliştirmeyi hedeflediği, hâlihazırda yaklaşık 300 milyar token Türkçe veriyle eğitilmiş bir model üzerinde çalışıldığı ve bu kapasitenin 1 trilyon token seviyesine çıkarılmasının amaçlandığı belirtilmektedir. Ayrıca, YZ alanında TÜBİTAK'ın son beş yıl içerisinde akademiye yönelik olarak 815 projeye toplam 1,51 milyar TL, özel sektöre yönelik olarak ise 2.120 projeye toplam 4,76 milyar TL tutarında destek sağladığı ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destekleme Programı ile 1812 Yatırımcı Tabanlı Girişimcilik Destek Programları (BiGG) aracılığıyla YZ odaklı girişimlerin desteklendiği raporda yer almaktadır.

TÜBİTAK'a ilişkin tartışmaları, kurumun son yıllarda geçirdiği dönüşümleri ve yaşadığı tartışmaları görmezden gelerek değerlendirmek mümkün değildir. 2000'li yılların ortasından itibaren TÜBİTAK'ın yönetim yapısı sistemli biçimde siyasal müdahaleye açılmış, bilimsel özerklik adım adım tasfiye edilmiştir. 2004'te başlayan geçici atamalar, 2008 sonrasında doğrudan kadrolaşmaya dönüşmüş, 2011 yılında Feza Gürsey Enstitüsü'nün kapatılması ve Bilim Kurulu yapısının yürütmenin denetimine alınmasıyla birlikte TÜBİTAK, bilim üreten bir kurum olmaktan çıkmıştır. 2014 sonrasında muhalif akademisyenlerin tasfiye edilmesi, bilimsel liyakatin yerini siyasal sadakatin alması ve kurum başkanlarının siyasi hesaplaşmaların parçası hâline gelmesi, bu çöküşü derinleştirmiştir. Aynı dönemde evrim çalışmalarının dışlanması, yayınlara sansür uygulanması ve hacamat, sülük gibi uygulamaların "bilimsel proje" başlığı altında desteklenmesi, TÜBİTAK'ın artık bilimi değil iktidarın ideolojik yönelimlerini meşrulaştıran bir araç hâline geldiğini göstermiştir. Bu koşullarda sorun yalnızca bilimsel niteliğin zayıflaması değil, kamusal aklı temsil etmesi gereken bir kurumun siyasal iktidarın uzantısına dönüşmesidir. Kurumların bu şekilde işlevsizleştirilmesi, bugün veri güvenliği, YZ ve etik denetim alanlarında sunulan güvencelerin neden toplumsal karşılık bulmadığını da açıkça ortaya koymaktadır.

Bu kurumsal erozyonun doğal sonucu olarak raporda, YZ eğitiminde akademik kapasite eksikliğini gidermek için önerilen çözüm yolları da ayrıca tartışmayı gerektirmektedir. Rapor, YZ alanında yeterli akademik kadronun bulunmadığını açıkça kabul etmekte ve bu eksikliği gidermek için "sektör uzmanlarının" üniversitelerde ders vermesinin önünün açılmasını önermektedir. Ancak bu yaklaşım, kamusal eğitimin niteliğini güçlendirmekten ziyade, üniversiteleri özel sektörün bilgi ve önceliklerine bağımlı hâle getirme riski taşımaktadır. Eğitim müfredatının şirketlerin kısa vadeli ihtiyaçlarına göre şekillendiği bir yapı, eleştirel

düşünceyi, etik tartışmaları ve kamusal sorumluluğu geri plana iterken, öğrencileri yalnızca mevcut teknolojileri uygulayan operatörler olarak yetiştirme tehlikesini doğurmaktadır. Bu durum, YZ alanında insan hakları, toplumsal etkiler ve demokratik denetim gibi başlıkları merkeze alan insan odaklı bir yaklaşım yerine, piyasa ihtiyaçlarını önceleyen dar bir uzmanlık anlayışının yerleşmesine yol açacaktır.

2. Yapay Zeka, Ekoloji ve İklim Değişikliği

Dünya Ekonomik Forumu'nun 2025 Küresel Riskler Raporunda ayrıntılı ele aldığı üzere, iklim değişikliği, çağımızın en belirleyici krizlerinden biri olup yalnızca sıcaklık artışına değil, çevresel bozulmanın derinleşmesine, doğal afetlerin ve aşırı hava olaylarının artmasına, gıda ve suya erişimin zorlaşmasına, ekonomik eşitsizliğin artmasına ve çatışma risklerinin yükselmesine yol açmaktadır.

Tam da bu noktada Komisyon Raporu, Türkiye'nin YZ'yi yalnızca enerji tüketen bir teknoloji olarak değil, iklim kriziyle mücadelede dönüştürücü bir araç olarak konumlandırdığını ileri sürmektedir. Bu çerçevede Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi gibi programların, tarım sektöründe iklim akıllı ve veri temelli üretim modellerine geçişi hedeflediği ifade edilmektedir. Akıllı sulama sistemleri, hassas ekim planlaması ve veri odaklı üretim süreçleri sayesinde suyun daha verimli kullanılmasının ve kaynak israfının azaltılmasının mümkün hale geleceği belirtilmektedir. Rapor ayrıca iklim değişikliği, çölleşme ve yaşlanan tarım nüfusu gibi yapısal sorunlar karşısında YZ destekli tarım uygulamalarının stratejik bir zorunluluk olarak ortaya çıktığını vurgulamaktadır.

Ancak burada göz ardı edilmemesi gereken temel gerçek, YZ altyapısının kendisinin de yoğun su ve enerji tüketimine dayanıyor oluşudur. İspanya'da veri merkezlerinin genişlemesine karşı mücadele eden "Your Cloud is Drying Up My River (Senin Bulutun Benim Nehrimi Kurutuyor)" adlı grubun verdiği bilgilere göre ortalama 100 megavatlık bir veri merkezi günde yaklaşık 2 milyon litre su tüketmektedir. Bu miktar yaklaşık 6.500 hanenin su tüketimine eşdeğerdir. Küresel ölçekte veri merkezlerinin yıllık su tüketimi 560 milyar litreye ulaşmakta, bu da 224.000 olimpik havuza eşdeğer bir hacme işaret etmektedir.

Su hem dolaylı olarak veri merkezlerinin ihtiyaç duyduğu elektriğin üretiminde hem de doğrudan sunucuların soğutulmasında kullanılmaktadır. YZ sorguları özellikle fotoğraf ve video üretimi gibi karmaşık işlemlerde çok daha fazla bilgi işleme gücü gerektirmekte, dolayısıyla daha fazla elektrik ve su tüketimine yol açmaktadır. Komisyon Raporu da su tüketimi ve enerji kullanımına dair sorunlara iklim ve çevre açısından dikkat çekmekte, YZ yatırımlarının su stresi yaşayan bölgelerde toplumsal tepkiye neden olabileceğini belirtmektedir.

Komisyonun işaret ettiği su stresi meselesi önemlidir. Ancak Komisyon Raporu bu bölgelere dair yeterli bilgi vermemiştir. Bu stresi yaşayan ülkelerden biri de Türkiye'dir. Birleşmiş Milletler'in 2025'te yayımladığı iklim raporu, Türkiye'nin su stresi yaşayan ülke konumundan 2030 itibarıyla "su fakiri" ülke kategorisine geçme riskiyle karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır.

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğünün Ekim 2024–Eylül 2025 dönemini kapsayan su yılı bültenine göre Türkiye genelinde ortalama yağış 422,5 milimetre olarak ölçülmüş, bu seviye uzun yıllar ortalamasının yüzde 26, bir önceki su yılının ise yüzde 29 altında kalmıştır. 2025 su yılı yağışları son 52 yılın en düşük seviyesine inmiştir. Uluslararası Af Örgütü'nün yedi kıtada 150 ülkeyi değerlendirdiği "2024-25 Dünya İnsan Haklarının Durumu" raporunun temel başlıklarından biri de iklim kaynaklı adaletsizliklerdir. Burada da Türkiye'nin iklim politikaları "kritik ölçüde yetersiz" olarak değerlendirilmektedir.

Bu tablo karşısında raporda yer alan çözüm önerilerinin büyük ölçüde proje bazlı ve vaat düzeyinde kaldığı görülmektedir. Dahası, siyasi iktidarın mevcut ekoloji ve iklim politikaları bu riskleri azaltmak bir yana, birçok alanda derinleştirmektedir.

Bu politikalardan birkaç örnek vermek gerekirse:

-2018 yılından bu yana Şırnak merkez ve ilçelerinde artarak devam eden ağaç kesimleri, Cudî, Gabar ve Besta bölgelerinde yıllardır süren orman tahribatı "güvenlik" gerekçesiyle sürdürülmektedir. Bölgede bir çölleştirme politikası uygulanmaktadır.

-Diyarbakır'ın Kulp ilçesinde bulunan Hesandin Yaylası'nda 6 mahalle ve onlarca mezrayı etkileyecek maden projesine karşı yıllardır ekolojik mücadele verilmektedir.

-Cengiz Holding'in Kaz Dağları'ndaki Halilağa altın madeninde, mahkemenin yürütmeyi durdurma kararına rağmen ağaç kesimi ve talan devam ediyor.

-Erzincan'ın İliç ilçesinde Anagold Madencilik tarafından işletilen Çöpler Altın Madeni'nde 13 Şubat 2024'te meydana gelen siyanürlü yığın liçi sahasındaki çökme sonucu 9 işçi hayatını kaybetti. İşletme için Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporlarında onay ve imzası olan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkilileri hakkında kovuşturmaya yer olmadığına karar verildi. Adalet arayışı sürüyor.

Bütün bu tablo ortadayken, su kaynakları azalan, ormanları ve havzaları madencilik faaliyetlerine açılan, yağış rejimi son 52 yılın en düşük seviyesine gerilemiş bir ülkede, su ve enerji yoğun YZ altyapılarının nasıl planlanacağına dair kapsamlı, bağlayıcı ve hak temelli bir çerçeve ortaya konmamaktadır. İktidarın mevcut iklim ve çevre politikaları kaynakları korumaktan ziyade tüketime açan bir yönelim sergilerken, YZ yatırımlarının yaratacağı ek su ve enerji yüküne karşı somut bir risk yönetimi yaklaşımı geliştirilmemiştir. Bu koşullarda YZ, iklim krizine çözüm olarak değil, mevcut ekolojik kırılganlıkları daha da derinleştirebilecek bir unsur haline gelme tehlikesi taşımaktadır.

3. Beyin Göçü Olgusu

Raporda, Türkiye'nin YZ alanındaki insan kaynağı sorunları kapsamında beyin göçü meselesine değinilmektedir. Üniversitelerin araştırmacı yetiştirme kapasitesine rağmen, beyin göçü, piyasa koşulları ile ekonomik ve barınma sorunları nedeniyle genç araştırmacıların ülkede tutulmasında güçlükler yaşandığı belirtilmektedir. Türkiye'de veri mühendisi bulma zorluğu ve insan kaynağı eksikliği de bu çerçevede ele alınmakta, sorunun azaltılmasına yönelik olarak tersine beyin göçü programları gibi politika önerilerine yer verilmektedir.

Bu bağlamda raporda yer alan şu ifade özellikle dikkat çekicidir: *"Üstelik bu alandaki insan gücüne talebin yüksek olması ve kamunun ya da üniversitelerin ücret kısıtları gibi ekonomik faktörler başta olmak üzere çeşitli sebeplerle beyin göçü de hızlanmaktadır."* Ancak burada "çeşitli sebepler" ifadesiyle geçiştirilen ve ayrıntılandırılmayan detayların ayrıca ele alınması gerekmektedir. Zira gerçeğin yalnızca bir bölümüne odaklanıp diğer boyutları görünmez kılmak, bütünlüklü bir değerlendirme yapılmasına imkân tanımamaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2024 yılında yükseköğretim mezunlarının beyin göçü oranı yüzde 2 seviyesinde sabit kalmış, bu oran bilişim ve iletişim teknolojileri alanında eğitim alanlarda yüzde 6,7'ye, mühendislik, imalat ve inşaat alanlarında ise yüzde 4,4'e yükselmiştir. Moleküler biyoloji ve genetik lisans programlarında oranın yüzde 15'e ulaşması ise sorunun bazı alanlarda yapısal bir nitelik kazandığını ortaya koymaktadır.

Bu durumu destekleyen bir diğer veri de Konrad Adenauer Vakfı'nın "Türkiye Gençliği" anketinde görülmektedir. Anket sonuçları, gençlerin büyük bir bölümünün mutsuz olduğunu ve köklü bir değişim arzusunu dile getirdiğini göstermektedir. Katılımcıların önemli bir kısmı dikkate alınmadıklarını ve toplum tarafından ihmal edildiklerini düşünmektedir. Araştırmaya göre 18–25 yaş arası gençlerin yüzde 63'ü tercih imkânı verilmesi hâlinde başka bir ülkede yaşamak istemekte, yalnızca yüzde 37'si Türkiye'de yaşamayı tercih etmektedir. Yurt dışında yaşamak isteyenlerin yüzde 47,8'i yaşam koşullarını yükseltme isteğini gerekçe gösterirken, yüzde 20,7'si başka ülkelerde daha fazla özgürlük olduğunu, yüzde 16,8'i Türkiye'de kendini güvende hissetmediğini ve yüzde 14,7'si ise Türkiye'de iş bulamadığını ya da başka ülkelerde daha kolay iş bulabileceğini ifade etmektedir.

Ortaya çıkan tablo, beyin göçünün yalnızca ücret farklılıklarıyla açıklanamayacağını açıkça göstermektedir. Yurttaşların ülke dışına yönelmesinde, öngörülebilir bir gelecek beklentisi, ifade özgürlüğü, hukuka duyulan güven ve güvende hissetme duygusu belirleyici unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu koşullar, göç etmeyi bir tercih olmaktan ziyade zorunluluk olarak ortaya çıktığını gösteriyor.

Bu çerçevede beyin göçü, yalnızca ücret dengesizlikleri ya da maddi teşvik eksikliğiyle açıklanabilecek bir sorun değildir. Hukukun öngörülebilirliğinin zayıfladığı, ifade özgürlüğünün daraldığı ve gençlerin kendini güvende hissetmediği bir ortamda, tersine beyin göçü programları tek başına kalıcı sonuç üretmeyecektir. Nitelikli insan kaynağını ülkede tutmak, yalnızca ekonomik teşviklerle değil, özgür akademik ortamın, liyakat ilkesinin ve demokratik güvencelerin güçlendirilmesiyle mümkündür. Aksi halde yapay zekâ alanında stratejik hedefler belirlemek ile bu hedefleri hayata geçirecek insan kaynağını elde tutmak arasındaki çelişki derinleşmeye devam edecektir.

4. Algoritmik Önyargı, Ayrımcılık ve İfade Özgürlüğü

Raporda, YZ destekli otomatik karar alma mekanizmalarının cinsiyet, ırk veya benzeri temellere dayalı ayrımcılığa yol açma riski taşıdığına dikkat çekilmektedir. Bu tür uygulamaların mahremiyet ihlalleri ve hatalı kullanımlarla birleşmesi hâlinde, düşünce özgürlüğü ve adil yargılanma hakkı başta olmak üzere temel hak ve özgürlükleri tehdit edebilecek boyutlara ulaşabileceği vurgulanmaktadır. Aynı zamanda algoritmik önyargı ve adaletsizlik risklerine karşı önlemler alınmasının gerekliliği belirtilmekte, bu çerçevede

Avrupa Birliği (AB) düzenlemeleri ile Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı (UNESCO) ilkelerinin taşıdığı önem özellikle ifade edilmektedir.

Raporda da belirtildiği gibi Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nin (OECD) tanımına göre algoritmik önyargı, YZ sistemlerinin sistematik ve tekrarlanabilir hatalar sonucunda belirli gruplar aleyhine haksız veya ayrımcı sonuçlar üretmesi anlamına gelmektedir. OECD, bu durumun algoritmanın kötü niyetinden değil, eğitim verilerindeki önyargılar, model tasarımında yapılan varsayımlar ve geliştirme sürecindeki insan tercihleri gibi unsurlardan kaynaklandığını belirtmektedir. Ayrıca veri seti önyargılarının, modelin eğitildiği verilerin gerçek dünya nüfusunu veya kullanım bağlamını yeterince temsil etmemesinden doğduğu ifade edilmektedir. Bu önyargıların çoğu zaman tarihsel olarak var olan toplumsal eşitsizliklerin veri setlerine yansımasıyla ortaya çıktığı ve geçmişteki ayrımcı uygulamaları içeren verilerle eğitilen YZ modellerinin bu eşitsizlikleri öğrenerek benzer ayrımcılıkları yeniden üretebildiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, YZ'nin mevcut veri ortamındaki yapısal önyargılar nedeniyle bilgi üretim süreçlerinde cinsiyet eşitsizliklerini yeniden üretme riski bulunmaktadır. Bu nedenle YZ, toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifiyle de ele alınmalıdır.

Algoritmik önyargıları besleyen başlıca alanlardan biri sosyal medya mecralarıdır. Dünyada ve Türkiye'de giderek güç kazanan sağcı ve ırkçı söylemler, en yoğun biçimde sosyal medya platformları üzerinden dolaşıma girmektedir. Özellikle Rojava'ya yönelik saldırıların ardından X platformunda artış gösteren ırkçı paylaşımlar, bu durumu açık biçimde ortaya koymaktadır. Nitekim X'te "hırt", "sarı torba" ve "malum ırk" gibi ifadelerle yapılan paylaşımlarda Kürtlerin açık biçimde hedef alındığı görülmekte, bu tür içerikler hem nefret söyleminin yaygınlığını hem de bu söylemlerin algoritmalar aracılığıyla yeniden üretilme ve güçlendirilme riskini gözler önüne sermektedir.

Algoritmik önyargı ve ayrımcılık tartışması yalnızca verilerin içeriğiyle sınırlı değildir. YZ sistemlerinin hangi dilleri tanıdığı, hangi dilleri görünmez kıldığı ve hangi toplumsal gerçekliği "normal" olarak kodladığı da bu önyargının temel kaynakları arasındadır. Bu nedenle raporda öne çıkan "yerli ve milli" YZ hedefi de ayrıca değerlendirilmelidir.

Raporda yer alan güçlü ve etkili bir Türkçe dil modeli geliştirme ve milli değerlerin teknolojiye yansıtılması hedefi, Türkiye'nin sosyolojik, kültürel ve dilsel çoğulculuğunu görmezden gelen bir zihniyetin dijital alana taşınması anlamına gelmektedir. YZ uygulamaları, yalnızca Türkçe'nin değil, Türkiye'de yaşayan tüm halkların dilini, kültürünü ve rengini kapsayacak çok dilli ve çok kültürlü bir model olarak tasarlanmalıdır. Geliştirilecek "yerli ve milli" modellerin yalnızca Türkçe anlayan ve konuşan sistemler olarak kurgulanması hâlinde, yurttaşların hizmetlere erişimi fiilen engellenecektir. YZ destekli bir sağlık hizmetinin ya da e-Devlet asistanının Kürtçe bir şikâyeti anlayamaması, teknik bir eksiklik değil, doğrudan bir hak ihlali yaratacaktır. Tek dilli YZ stratejisi, anadili farklı olan yurttaşları ikinci sınıf dijital vatandaş konumuna itecektir.

Bu noktada hangi "milli değer"lerin algoritmalara kodlanacağı sorusu kaçınılmazdır. Söz konusu değerler seti, Türkiye'nin çok kültürlü ve çoğulcu toplumsal yapısını mı esas alacaktır yoksa tek tipçi anlayışı mı yeniden üretecektir? Eğer geliştirilecek YZ sistemleri Kürtçeyi tıpkı Meclis tutanaklarında olduğu gibi "anlaşılmayan" ya da "bilinmeyen dil" olarak

tanımlayan veri setleriyle eğitilirse, bu durum teknolojinin dijital bir ayrımcılık aracına dönüşmesine yol açacaktır.

Kürtçe ve diğer dillerin dijital veri setlerinde yer almaması, bu dillerin YZ çağında görünmez hale gelmesi anlamına gelmektedir. Kültürel mirasın dijitalleştirilmesinin yalnızca belirli bir tarihsel anlatı ve kimlikle sınırlı tutulması, diğer halkların dilsel ve kültürel hafızasının zamanla dışlanması riskini doğuracaktır. YZ tarafsız değildir ve hangi verilerle eğitildiği hangi dillerin ve deneyimlerin görünür kılındığı doğrudan sonuçları belirlemektedir. Bu nedenle yalnızca Türkçe ve resmi çerçeveye dayanan bir YZ yaklaşımı, Türkiye'nin çok dilli ve çok kültürlü toplumsal yapısıyla uyumlu değildir. Kürtçe başta olmak üzere Türkiye'nin dilsel çeşitliliğini kapsayan veri setlerinin oluşturulması, kapsayıcı ve demokratik bir YZ politikasının zorunlu bir parçasıdır.

Tam bu noktada, Türkiye'de YZ uygulamalarında görev alacak kişi ve kurumların taşıdığı sorumluluk daha da belirginleşmektedir. YZ sistemlerinin eğitimi sürecinde, yüzeysel ve yaygın kabullerin "gerçek bilgi"ye dönüşmesi riski bulunmaktadır. Türkiye'de medyada yaygın biçimde yer alan ayrımcı dil ve nefret söyleminin, YZ uygulamalarına veri olarak yansıması ve bu ayrımcılığı yeniden üretmesi olasılığı göz ardı edilemez. Nitekim IPS İletişim Vakfı/bianet'in, Türkiye Avrupa Vakfı'nın "Sahte Haberler ve Nefret Söylemiyle Mücadelede Erken Uyarı Sistemi" (SAHNE) projesi kapsamında 2024 yılında hazırladığı "Türkiye Yazılı Basınında Nefret Söylemi" başlıklı rapor, bu riski açık biçimde ortaya koymaktadır. Raporda, beş yerel ve beş ulusal gazeteye ait toplam 80 nüshanın tarandığı dört aylık dönemde elde edilen bulgular, yazılı basında ulusal, etnik ve dinî kimliklere, göçmen ve mültecilere ile LGBTİ+'lara yönelik nefret söyleminin sistematik bir biçimde üretildiğini göstermektedir.

Bu bulgular, ayrımcı ve dışlayıcı dilin yalnızca münferit örneklerden ibaret olmadığını, yaygın ve sürekli bir veri havuzu oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu içeriklerin denetimsiz biçimde YZ sistemlerine aktarılması, ayrımcılığın teknolojik araçlar aracılığıyla yeniden üretilmesi riskini güçlendirmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye'de dijital mecralarda nefret söylemi ve ayrımcılıkla mücadeleye yönelik somut ve disiplinlerarası bir örnek olarak, Hrant Dink Vakfı'nın "Nefret Söylemiyle Mücadelede Yapay Zekâ: Etiketleme, Sınıflandırma ve Tespit Kılavuzu" çalışması oldukça önemlidir. 2022 yılında başlatılan bu proje, dilbilim, bilgisayar bilimleri, sosyal bilimler, bilişim sektörü ve sivil toplum arasında iş birliği kurarak dijital alanda nefret söylemi, ayrımcılık ve dezenformasyonla mücadele etmeyi amaçlamıştır. Projenin temel hedefi, YZ teknolojileri kullanılarak çevrim içi nefret söylemini tespit edecek ve sınıflandıracak bir araç geliştirilmesidir. Bu kapsamda, X'te Yahudi, Yunan, Arap, Alevi, Ermeni, Kürt, LGBTİ+ ve mülteci karşıtlığına yönelik içerikler toplanmış, gündemin düzenli olarak izlenmesiyle güncellenen bu veri seti kapsamında 16.254 tweet analiz edilmiştir. Bu çalışma, YZ uygulamalarında ayrımcılık riskinin ancak bağımsız araştırmacılar, akademisyenler ve sivil toplumun aktif katılımıyla geliştirilecek eğitim ve denetim modelleriyle azaltılabileceğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu nedenle Komisyonun, YZ politikaları kapsamında bağımsız araştırmacıların ve sivil toplumun etkin biçimde dahil edildiği, şeffaf ve çoğulcu bir eğitim ile denetim modeli geliştirmesi bir zorunluluk olarak görülmelidir.

YZ tartışmalarının en hayati başlıklarından biri, bu teknolojilerin ifade özgürlüğü üzerindeki etkisidir. Ancak bu tartışma Türkiye bağlamında ele alındığında, mevcut tablo son derece sorunludur. Türkiye, Sınır Tanımayan Gazeteciler'in 2025 Dünya Basın Özgürlüğü Endeksi'nde 180 ülke arasında 159. sıraya gerilemiştir. Yine 22 Ocak'ta Rojava'ya yönelik saldırıların Türkiye'de protesto edildiği bir dönemde Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK), Mezopotamya Ajansı (MA) ve JinNews'in X hesaplarına erişim engeli getirmiştir. Türkiye'de gazetecilere yönelik adli kontrol uygulamaları, yargı baskısı ve ekonomik yaptırımlar, medya özgürlüğünü fiilen ortadan kaldıran başlıca araçlar hâline gelmiştir.

Bu tabloyu teyit eden bir diğer önemli değerlendirme, İnsan Hakları İzleme Örgütü'nün (HRW) Kasım 2025'te Meclis bünyesinde kurulan Milli Dayanışma, Kardeşlik ve Demokrasi Komisyonu'na sunduğu raporda yer almaktadır. HRW raporu, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi kararlarının sistematik biçimde uygulanmadığını, yargının siyasi baskı altında işlediğini ve muhalif siyasetçilerin özgürlüklerinden yoksun bırakılmasının istisna olmaktan çıkarak olağan bir uygulamaya dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Selahattin Demirtaş, Osman Kavala ve Figen Yüksekdağ hakkında verilen AİHM kararlarına rağmen devam eden tutukluluk ve yargı süreçleri, bu durumun en somut örnekleri arasındadır. Bu tablo, Türkiye'de ifade özgürlüğü ve adil yargılanma hakkının ciddi biçimde tahrip edildiğini göstermektedir.

Bu bağlamda, Komisyon raporunda YZ etiği konusunda OECD, UNESCO ve Avrupa Birliği ilkelerine atıf yapılması önemli olmakla birlikte, bağlayıcılığı tartışmasız olan AİHM kararlarının dahi uygulanmadığı bir ülkede, YZ alanında geliştirilecek etik ve denetim çerçevelerine nasıl güvenileceği sorusu kaçınılmaz olarak gündeme gelmektedir. Hukukun üstünlüğünün fiilen işlemediği, ifade özgürlüğünün sistematik biçimde saldırı altında olduğu bir ortamda, YZ temelli denetim mekanizmalarının yurttaşın hak ve özgürlükleri koruyacağına dair soyut taahhütler ikna edici olmaktan uzaktır.

5. YZ ve Silahlanma

Rapor, büyük veri ve bulut bilişim altyapılarının stratejik önemine değinmekte ve bu alanda Amazon, Google ve Microsoft gibi şirketlerin küresel hâkimiyetine dikkat çekmektedir. YZ, devletlere ve büyük teknoloji şirketlerine sınırsız gözetim kapasitesi, hız ve karar gücü sağlayarak savaşın niteliğini köklü biçimde dönüştürmekte, teknolojiyi iktidar ilişkilerinin doğrudan bir bileşeni hâline getirmektedir.

YZ'yi ağırlıklı olarak sivil ve ticari bir kalkınma aracı olarak ele alan Rapor, teknolojinin askerî kullanımı ve bu alandaki etik ihlalleri ise "güvenlik riskleri" başlığı altında değinilmiştir. Oysa raporda da kısmen değinilen, YZ'nin silahlanmaya yol açma ve otonom sistemler üzerinden yeni bir silahlanma yarışını tetikleme riski artık teorik bir tartışma olmaktan çıkmış ve somut savaş pratiklerinin bir parçası haline gelmiştir.

IPS İletişim Vakfı/bianet'te çevirisi yayımlanan ve +972 Magazine ile Local Call'un araştırmasına dayanan haberde, İsrail ordusunun Gazze'ye yönelik saldırılar sırasında Amazon Web Services, Google Cloud ve Microsoft Azure tarafından sağlanan bulut ve YZ altyapılarını kullandığı ortaya konulmaktadır. Haberde, genel bulut sistemlerinin ölçeklenebilir kapasitesinin, ordunun Gazze'de yaşayan neredeyse herkes hakkında veri ve

istihbarat tutmasına imkân tanıyan adeta "sınırsız bir depolama alanı" yarattığı vurgulanmaktadır. Gazze nüfusuna yönelik kitlesel gözetim yoluyla toplanan bu verilerin, bazı durumlarda saldırı kararlarını destekleyen istihbarat girdileri olarak kullanıldığı ifade edilmektedir.

Ortaya çıkan bu tablo, YZ'nin savaş koşullarında etik ilkelerden ve demokratik denetimden bağımsız biçimde kullanımının doğurabileceği sonuçları açık biçimde göstermektedir. Kâr odaklı teknoloji şirketleri ile otoriterleşen devlet aygıtlarının kesişiminde YZ, bir "verimlilik" aracının çok ötesine geçmekte ve raporda öngörülen risk analizlerini aşan biçimde, doğrudan şiddet üretme kapasitesine sahip bir aygıta dönüşmektedir.

6. "Verimlilik Adına, Canavarlar Zamanı Geldi"

Komisyon raporu, YZ'yi verimliliğin sağlanmasında temel bir stratejik kazanım ve ekonomik büyümenin başlıca unsuru olarak konumlandırmaktadır. Buna göre YZ, imalat sanayiinde hata oranlarını düşürerek üretim hızını artırmakta, enerji sektöründe kaynak kullanımını optimize ederek israfı azaltmakta ve kamu hizmetlerinde bürokrasiyi azaltıp maliyetleri düşürerek adeta bir "devrim" yaratmaktadır. Verimlilik artışının yalnızca maliyet tasarrufu sağlamadığı, aynı zamanda çalışanların rutin işlerden kurtularak daha katma değerli alanlara yönelmesine imkân tanıdığı ve Türkiye'nin küresel rekabet gücünü artırması açısından bu artışın bir zorunluluk olduğu savunulmaktadır. Bu çerçevede rapor, verimliliği kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve hizmet kalitesinin artırılması için vazgeçilmez bir araç olarak ele almaktadır. Her ne kadar raporda Komisyon Başkanının *"Yapay zekâyı yalnızca bir verimlilik aracı olarak değil, aynı zamanda bir sorumluluk alanı olarak görmek zorundayız"* ifadesine yer verilse de, raporun genel kurgusunda verimlilik yaklaşımının temel argümanlardan biri olarak baskın biçimde öne çıktığı görülmektedir.

Ancak verimliliğe yalnızca raporda sunulduğu biçimiyle değil, farklı bir perspektiften de bakılması gerekmektedir. Nitekim IPS İletişim Vakfı/bianet'te yer alan, Ron Salaj'ın Verso Books blogunda yayımlanan "In the Name of Efficiency, the Time of Monsters Has Arrived" (Verimlilik Adına, Canavarlar Zamanı Geldi) başlıklı yazısı, verimlilik kavramını bu açıdan yeniden düşünmeye imkân sunmaktadır. Salaj'ın yazısında değindiği üzere, Charles Babbage'ın geliştirdiği ilk hesaplama makineleri yalnızca matematiksel kesinlik arayışının değil, aynı zamanda sömürge yönetimlerini ve köle plantasyonlarını daha sıkı disipline etme arzusunun da bir ürünüydü. Tarihsel süreçte bu "hesaplayıcı akıl", Nazi Almanyası'nda IBM teknolojileriyle birleşerek korkunç bir boyuta ulaşmış, insanların isimlerinin silinip numaralarla tasnif edildiği ve ölüme gönderildiği soykırımcı bir verimlilik mekanizmasına dönüşmüştür. Metinde ayrıca, Elon Musk ve "Hükümet Verimliliği Departmanı" (DOGE) benzeri girişimlerin, devleti bir şirket gibi yönetme iddiasıyla demokratik denetim süreçlerini "verimsizlik" olarak kodladığına dikkat çekilmektedir.

YZ'nin salt kâr-zarar analizine ve algoritmik kesinliğe indirgenmesi, özgürlük ve demokrasinin verimlilik söylemi adına aşındırılması riskini beraberinde getirmektedir. Türkiye'de 12 Eylül 1980'de gerçekleştirilen darbe ve sonrasında yaşanan neoliberal dönüşüm, bu verimlilik anlayışının siyasal ve ekonomik zeminde nasıl kurumsallaştığını göstermektedir. 1985'ten başlayan ve AKP iktidarı döneminde hız kazanan özelleştirme

sürecinde sanayi, enerji, iletişim, gıda ve hizmet sektörlerinde çok sayıda önemli kamu kurumu özelleştirilmiştir. AKP iktidarının özelleştirme pratiklerinin temel gerekçelerinden biri de verimlilik söylemi olmuştur. Özelleştirme süreci sonucunda yaklaşık 98 bin emekçinin işten çıkarıldığı ya da zorunlu emekliliğe itildiği, buna karşılık elde edilen yaklaşık 70 milyar dolarlık gelirin ise iddia edildiği gibi toplumsal eşitsizliği gidermek bir yana, bu eşitsizliği daha da derinleştirdiği görülmelidir.

Verimlilik söyleminin Türkiye'de özelleştirme politikalarının meşrulaştırılmasında nasıl merkezi bir rol oynadığını gösteren somut örneklerden biri de Hazine ve Maliye Bakanı Mehmet Şimşek'in 2013 yılında Boğaziçi Elektrik Dağıtım ve Perakende Satış ile Akdeniz Elektrik Dağıtım ve Perakende Satış şirketleri hisse devir sözleşmesi imza töreninde yaptığı açıklamadır. Şimşek, söz konusu törende *"Bundan sonra ise verimlilikte geri kalmış, yatırımı eskimiş, yenilenmesi gereken, devletin elindeki termik santralleri de özelleştirme yoluyla tekrar, daha güçlü bir şekilde ekonomiye katkı vermesi sürecini başlatıyoruz"* ifadelerini kullanmıştır. Bu açıklama, kamuya ait önemli varlıkların devrinin sosyal etkiler, emek kayıpları ve kamusal denetim boyutları yerine, ağırlıklı olarak verimlilik ve ekonomik katkı söylemi üzerinden gerekçelendirildiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bugün verimlilik adı altında özelleştirme girişimleri hız sürmeden devam etmektedir. Bloomberg News'in haberine göre iktidar İstanbul'un Avrupa ve Asya yakalarını birbirine bağlayan 15 Temmuz Şehitler Köprüsü ile Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'nün yanı sıra en az dokuz ücretli otoyolu özelleştirmek için girişimlere başlamış durumda. Bu özelleştirmelerin gerçekleşmesi durumunda yurttaşlar bu köprü ve yollar için daha fazla ücret ödemek zorunda kalacaktır.

Verimlilik söyleminin tarihsel ve güncel örnekleri birlikte değerlendirildiğinde, bu yaklaşımın en ağır bedelinin emekçiler tarafından ödendiği görülmektedir. Türkiye'de özelleştirme süreçlerinde verimlilik gerekçesiyle yaşanan kitlesel işten çıkarmalar ve güvencesizleşme, teknolojik dönüşümlerin toplumsal maliyetinin çoğu zaman ikincil görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu nedenle YZ tartışması, yalnızca verimlilik ve rekabet başlıklarıyla değil, istihdam üzerindeki etkileri ve yaratacağı işsizlik riski üzerinden de ele alınmalıdır. Bu riskin yalnızca eleştirel çevrelerin değil, küresel sermayenin merkezinde yer alan aktörlerin de gündeminde olduğu görülmektedir. Nitekim BlackRock CEO'su Larry Fink, Davos'taki Dünya Ekonomik Forumu'nun açılışında şu değerlendirmelerde bulunmuştur:

"Berlin Duvarı 1989'da yıkıldığından beri tarihin en büyük serveti yaratıldı. Ancak bu zenginlik, toplumsal barışı bozacak kadar küçük bir azınlığın cebine girdi. Bu kadar adaletsiz bir dağılıma hiçbir toplum uzun süre dayanamaz; eninde sonunda sistem çatırdar. Küreselleşme fabrikadaki işçiyi nasıl vurduysa, Yapay Zeka da şimdi aynısını ofis çalışanlarına, avukatlara ve finansal analistlere yapacak. Bu gelecekten değil, bugünden bahsediyorum!

Yapay zeka devasa enerji tüketen veri merkezlerine ihtiyaç duyuyor. Bu merkezler kurulurken gereken milyarlarca dolarlık altyapı ve ek enerji maliyetleri, elektrik dağıtım şirketleri tarafından 'hizmet bedeli' veya 'ek yük' adı altında genel şebekeye, yani doğrudan sizin,

benim faturalarımıza yansıtılıyor. Yani sizler evinizde çay demlerken, dev şirketlerin yapay zekasını besleyen sistemin masrafına ortak ediliyorsunuz.

Burada Davos'ta toplanmış bir grup elit, herkesin dünyasını şekillendirmeye çalışıyor. Ama esas darbeyi yiyecek olan halkın bu masada sandalyesi bile yok.

Sistemin tamamen çökmemesi için tek bir yol var: Halkı büyümenin kurbanı veya sadece izleyicisi olmaktan çıkarıp, bu yeni zenginliğin ortağı haline getirmek zorundayız. Aksi halde, adaletsizliğin yarattığı öfke tüm dünyayı saracak."

YZ alanında öncü çalışmalarıyla Nobel Ödülü kazanan bilgisayar bilimci Geoffrey Hinton da benzer bir noktaya işaret ederek, YZ'nin yol açacağı büyük ölçekli işsizliğin teknik bir zorunluluktan değil, mevcut ekonomik sistemin tercihinden kaynaklandığını şu sözlerle ifade etmektedir:

"Aslında olacak olan şey, zengin insanların yapay zekayı işçilerin yerini almak için kullanacak olmasıdır. Bu, büyük bir işsizliğe ve kârda muazzam bir artışa yol açacak. Birkaç kişiyi çok daha zengin, çoğu insanı ise daha fakir hale getirecek. Bu yapay zekanın suçu değil, kapitalist sistemin suçu."

Raporda, YZ dönüşümünün sanayi devriminden farklı olarak insanın sadece fiziksel değil bilişsel emeğini hedef aldığı, bu nedenle istihdam üzerindeki etkilerinin daha hızlı, daha geniş bir nüfusu kapsayan ve kalıcı nitelikte olacağı belirtilmektedir. Raporda ayrıca Dünya Ekonomik Forumu verilerine atıfla, 2030 yılına kadar küresel işgücünün önemli bir bölümünün yeniden beceri kazanımına ihtiyaç duyacağı, bu sürece uyum sağlayamayan bir kesimin ise işgücü piyasasından dışlanma riskiyle karşı karşıya kalacağı ifade edilmektedir.

Raporda, YZ kaynaklı istihdam dönüşümüne karşı yasaklayıcı veya teknolojiyi durdurucu bir yaklaşım yerine, iş gücünü dönüştürmeye ve sosyal koruma mekanizmalarını güçlendirmeye dayalı kontrollü bir dönüşüm süreci önerilmektedir. Bu kapsamda mevcut iş gücünün yeniden vasıflandırılması ve vasıf yükseltme programlarının yaygınlaştırılması, bu programların Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) koordinasyonunda ve sektör bazlı olarak yürütülmesi gerektiği belirtilmektedir. Üniversitelerin öncülüğünde, İŞKUR, ticaret odaları ve sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği içinde yaşam boyu eğitim programlarının hayata geçirilmesi tavsiye edilmektedir.

Fakat Türkiye'de mevcut istihdam politikaları, YZ sonrası dönemde ortaya çıkması muhtemel istihdam sorunlarına yanıt vermekten oldukça uzaktır. DİSK-AR'ın Ocak 2026 raporuna göre, geniş tanımlı işsizlik oranı yüzde 28,6'ya yükselmiş ve işsiz sayısı 11,6 milyona ulaşmıştır. Çalışmak isteyen ancak iş bulamayanlar ise 5,2 milyon kişi olarak kaydedilmiştir. Rapora göre bu artışın temel nedeni, derinleşen geçim sıkıntısıdır. Resmi işsizlik verileri de sosyal destek mekanizmalarının yetersizliğini ortaya koymaktadır. TÜİK verilerine göre Aralık 2025 itibarıyla 2 milyon 736 bin dar tanımlı işsiz bulunmasına rağmen, bunların yalnızca 513 bini işsizlik ödeneğinden yararlanabilmiştir. Bu durum, resmi işsizlerin yüzde 81,2'sinin devletten herhangi bir gelir desteği alamadığını göstermektedir.

İstihdamdaki bu yapısal tablo, yalnızca ekonomik daralmayla değil, yükseköğretim ve işgücü planlaması arasındaki kopuklukla da ilişkilidir. Türkiye'de üniversite kontenjanları çoğu

zaman uzun vadeli istihdam projeksiyonlarına dayalı olarak değil, siyasi tercihler ve kısa vadeli planlamalar doğrultusunda belirlenmektedir. "Her kente bir üniversite" politikası bu yaklaşımın en belirgin örneklerinden biridir. Bu model, gençlerin yükseköğretime erişimini artırmış görünse de, mezunların istihdam edilebilirliğini güvence altına alacak planlamayla desteklenmemiştir. Sonuç olarak binlerce genç kendi alanında iş bulamamakta, güvencesiz ve düşük ücretli işlere yönelmek zorunda kalmaktadır.

Bu bağlamda raporda YZ alanına yönelik yeni bölümler açılması önerisi ayrıca dikkatle değerlendirilmelidir. Mevcut istihdam planlama sorunları giderilmeden YZ alanında da benzer biçimde kontenjan artırımı yoluna gidilmesi, nitelikli insan kaynağı ihtiyacını karşılamak yerine yeni bir mezun işsizliği dalgası yaratabilir. Nitekim İŞKUR'a yapılan başvuruların yüzde 25'inin üniversite mezunlarından oluşması, yükseköğretim ile işgücü piyasası arasındaki uyumsuzluğun halihazırda ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir. Gerçekçi bir sektörel planlama ve sanayi-üniversite eşgüdümü sağlanmadıkça, YZ alanında açılacak bölümler de istihdam yaratmak yerine mevcut yapısal sorunu derinleştirme riski taşımaktadır.

7. Türkiye'de İnternet ve Altyapıya İlişkin Sorunlar

Raporda, TÜİK verilerine atıfla Türkiye'de internet kullanım oranı artmakla birlikte, dijital erişimin toplumsal kesimler arasında eşit ve adil biçimde dağılmadığına dikkat çekilmektedir. İnternet kullanımındaki farkların sosyo-ekonomik sınıflar ve kadın-erkek dağılımı açısından devam ettiği, bu eşitsizliklere yönelik önlem alınmaması hâlinde YZ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte açığın daha da derinleşebileceği belirtilmektedir. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayanlar ile düşük gelirli ve düşük eğitim seviyesine sahip bireylerin, YZ uygulamalarının sunduğu olanaklardan yararlanma ve bu alanda yetkinlik geliştirme konusunda dışlanma riski taşıdığı ifade edilmektedir. Raporda bu duruma ilişkin tespitler yer almakla birlikte, ortaya çıkan eşitsizliğin yapısal niteliği açık biçimde adlandırılmamakta ve bütünlüklü bir politika çerçevesiyle ele alınmamaktadır.

Bu tablo karşısında YZ'nin yaygınlaştırılmasını salt teknolojik ilerleme başlığı altında sunmak gerçekçi değildir. İletişim altyapısının kötü, erişimin pahalı ve denetimin piyasa aktörlerine bırakıldığı bir düzende, YZ sistemleri kamusal hizmetlere eşit erişimi güçlendirmek yerine mevcut eşitsizlikleri yeniden üretme riski taşımaktadır. Afet anlarında dahi iletişimi sürdüremeyen, yüksek fiyat politikalarına karşı kamusal müdahalenin işletilmediği bir yapıda, YZ tabanlı hizmetlerin kapsayıcı olacağı iddiası inandırıcılıktan uzaktır. Dijital altyapı kamusal bir hak ve kamu sorumluluğu olarak ele alınmadıkça, YZ'nin toplumsal yarar üretmesi değil, erişebilenlerle erişemeyenler arasındaki uçurumu daha da büyütmesi kuvvetle muhtemeldir.

YZ politikaları eğitimde dijital yetkinlik, yeniden beceri kazanımı ve teknoloji okuryazarlığı başlıkları üzerinden şekillendirilirken, Türkiye'de çocukların önemli bir bölümünün en temel ihtiyaçlara dahi erişemediği gerçeği göz ardı edilmektedir. Okullarında hijyen ürünlerine erişimi olmayan, taşımalı eğitim sistemiyle okula devam eden ya da köy okullarında sınırlı fiziki imkânlarla eğitim gören çocukların bulunduğu bir ülkede, YZ'ye uyumlu eğitim söylemi ciddi bir eşitsizlik riskini barındırmaktadır. Geçim sıkıntısı yaşayan ailelerin

çocukları için dijital cihaz, internet erişimi ve nitelikli teknik altyapı hâlâ bir ayrıcalık niteliğindeyken, YZ destekli eğitim modellerinin hızla yaygınlaştırılması kamusal eğitim sisteminde yeni kırılmalar yaratabilir.

Öte yandan artan özel okul sayısı ve bu okulların teknolojiye daha hızlı uyum sağlayabilen yapısı karşısında, devlet okullarının YZ'ye geçiş sürecinde yaşayacağı altyapı ve kaynak sorunları eğitimdeki mevcut eşitsizlikleri daha da derinleştirme potansiyeline sahiptir.

Nitekim, Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği (TÜSİAD) ve Eğitim Raporu Girişimi (ERG) "Geleceğin Dünyasına Hazırlanırken Eğitime Bakış – PISA 2022 Bulguları Işığında Türkiye'de Eğitimin Durumu Araştırması" verilerine göre öğrencilerin yüzde 2'si okuldan sonra hiç akşam yemeği yemiyor, yüzde 10'u ise haftada bir gün akşam yemeği yemiyor. Türkiye'de öğrencilerin yüzde 19,2'si en az bir gün parası olmadığı için yemek yiyemiyor. Ayrıca, yüzde 1,9'u parası olmadığı için her gün aç kalıyor. Bu tablo, beslenme sorunu yaşayan ve temel ihtiyaçlarını karşılayamayan çocukların bulunduğu bir eğitim sisteminde, YZ entegrasyonunun fırsat eşitliğini güçlendirmek yerine dijital uçurumu büyütebileceğini göstermektedir. Eğitimde gerçek dönüşüm, yalnızca teknolojik araçların yaygınlaştırılmasıyla değil, çocukların temel yaşam koşullarının güvence altına alınmasıyla mümkündür.

8. Etik Kurullar ve Güvenli Çevrim içi Ortam

Raporda, YZ uygulamalarının toplumda güven oluşturması ve insan haklarına saygılı biçimde geliştirilip kullanılabilmesi için etik kurulların oluşturulmasının önemli olduğu belirtilmektedir. Bu kurulların, YZ'nin ayrımcılığa yol açması, önyargıları derinleştirmesi ya da ifade ve basın özgürlüğünü tehdit edecek sonuçlar doğurması gibi etik riskleri önceden tespit etmek, değerlendirmek ve çözüm önerileri geliştirmekle görevli olması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca politika yapıcılar, geliştiriciler ve kullanıcılar için etik rehber ilkeler hazırlanarak rol, standart ve sorumlulukların açık biçimde tanımlanması gerektiği ifade edilmektedir.

Komisyon raporu, YZ etiği ve güvenli çevrim içi ortam ihtiyacına değinmekle birlikte, Türkiye'de dijital alanı düzenleyen mevcut mevzuatın nasıl uygulandığını ve bu uygulamaların YZ politikalarıyla nasıl bir bütün oluşturduğunu yeterince tartışmamaktadır.

Bu çerçevede 2020 yılında yürürlüğe giren sosyal medya düzenlemesi, ardından kabul edilen dezenformasyon düzenlemesi ve dönem dönem gündeme gelen etki ajanlığı düzenlemesi, iktidarın dijital mecralarda ifade özgürlüğünü sınırlandıran, eleştirel ve muhalif içerikleri baskı altına alan ve dijital kamusal alanı sistematik biçimde daraltan bir anlayışı benimsediğini göstermektedir. Bu yaklaşımın YZ politikalarına da aynı zihniyetle yansıtılması, teknolojik kapasitenin hak temelli değil, denetim temelli kullanılma riskini artırmaktadır.

Bu keyfi uygulamaların en ağır sonuçlarından biri 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sırasında görülmüştür. Siyasi iktidar tarafından deprem bölgesinde bant daraltma uygulamasına gidilmiştir. Enkaz altında kalan yurttaşların yakınlarıyla ve arama kurtarma ekipleriyle iletişim kurmaya çalıştığı, çöken telefon hatlarıyla nedeniyle birçok kişinin sosyal medya üzerinden konum bilgisi paylaşarak yardım talep ettiği kritik saatlerde iletişim daha da

kısıtlanmıştır. Binlerce yurttaş enkaz altındayken uygulanan bant daraltmaya ilişkin dönemin Ulaştırma ve Altyapı Bakanı Adil Karaismailoğlu "Gerekli bir durum vardı ki yapıldı" açıklamasını yapmıştır. Ancak söz konusu "gerekliliğin" ne olduğu kamuoyuna açıklanmamıştır. İfade Özgürlüğü Derneği kurucularından Prof. Dr. Yaman Akdeniz, bant daraltmanın nedenini öğrenmek için BTK'ye bilgi edinme hakkı kapsamında başvurmuş, başvurusu reddedilmiştir. Kararı idari yargıya taşıyan Akdeniz, açtığı üç davayı da kazanmasına rağmen BTK tarafından uygulamanın gerekçesine dair bilgi paylaşılmamıştır.

İdarenin mahkeme kararlarını dahi uygulamadığı bir tabloda, YZ alanına ilişkin raporda yer alan güven, etik ve veri koruma söylemlerinin pratikte bir karşılığı bulunmamaktadır.

Partimizin yaklaşımı nettir. YZ uygulamaları, özgürlükleri daraltmayı değil, özgürlükleri koruyarak güvenli bir çevrim içi ortamı mümkün kılmayı hedeflemelidir. Temel ilke, ifade özgürlüğü, medya özgürlüğü ve yurttaşların çevrim içi alandaki haklarını güvence altına almak olmalıdır. Etik çerçeve, denetimi keyfileştiren bir araç değil, şeffaflığı, hesap verebilirliği ve bağımsız denetimi güçlendiren bir güvence olarak tasarlanmalıdır. Aksi halde güvenlik gerekçesi, dijital alanın daraltılmasının ve siyasi iktidarın beğenmediği tüm seslerin baskılanmasının bahanesine dönüşür.

Bu nedenle raporda önerilen etik kurullar, rehber ilkeler ve mevzuat uyum çalışmaları yalnızca teknik standartlar üzerinden değil, hak temelli bir dijital kamu yaklaşımıyla ele alınmalıdır. YZ uygulamalarının hangi amaçlarla, hangi kurumlar eliyle ve hangi denetim mekanizmalarıyla kullanılacağı açık biçimde tanımlanmadıkça, iktidarın "milli güvenlik" ve "gereklilik" söylemi altında YZ uygulamaları aracılığıyla atacağı adımlar, temel hak ve özgürlükler açısından ciddi riskler barındıracaktır.

Gerekli hukuki ve demokratik güvenceler oluşturulmadığı takdirde, Antonio Gramsci'nin Hapishane Defterleri'nde sözünü ettiği "canavarlar zamanı" YZ alanında da kendini gösterebilir. Keyfi yönetim anlayışı ile yeni teknolojik imkânların birleştiği bir tarihsel eşikte bulunuyoruz. Bu eşikte mesele yalnızca teknolojik ilerleme değil, YZ'nin hangi toplumsal düzen içinde, kimin yararına ve hangi denetim çerçevesiyle kullanılacağıdır.

Bu nedenle YZ, gözetimi derinleştiren, denetimi tek elde toplayan ve kazanımlarını dar bir kesime aktaran bir araç olarak değil; şeffaf, hesap verebilir ve bağımsız denetime açık bir yapıda ele alınmak zorundadır. YZ'nin sunduğu olanaklar ancak temel hak ve özgürlükleri güvence altına alan ve ortaya çıkan değerin toplumsal olarak adil ve eşit biçimde paylaşıldığı bir anlayışla anlam kazanabilir. Aksi halde yeni dünyanın teknolojik kapasitesi, otoriter reflekslerle birleşerek eşitsizliği, gözetimi ve hak kayıplarını daha da derinleştirecektir.

D. YAPAY ZEKADA HUKUKİ VE ETİK ÇERÇEVE

1. Rapor Bütünlüğü İçinde Etik Çerçeve, Teknik Bir Detay Düzeyinde İşlenmiştir

Yapay zeka teknolojisi sürekli ve hızlı bir şekilde değişen yapıdadır. Güncelde kullanılan herhangi bir teknik veya yöntemin kısa bir zaman aralığında radikal bir dönüşüm geçirerek yeni bir işleyiş mantığına evrilmesi her zaman olasıdır. Bu da yapay zeka-etik ve yapay zeka-hukuk ilişkisinin başlıca çelişkisidir. Nitekim yapay zeka teknolojisinin devingen doğasına karşı hukuk veya etik normları statik bir yapıdadır. Bunun sonucu olarak, mevcut yapay zeka

teknolojisi bakımından geçerli olan bir norm, kısa bir zaman sonra atıl hale gelebilir. Yapay zekaya dair bu tablo içinde sabit ve kesin kuralların işlevsiz kalacağı açıktır. Bu sebeple yapay zekanın norma bağlanmasında esas alınacak öncelikli kriter, "esneklik" olmak zorundadır.

Hukukun prosedürel yapısı karşısında etik normlarının dönüşen olgulara uyumu nispeten kolaydır. Bu yüzden hukuki düzenleme ihtiyacı her ne kadar açıksa da, etik bir çerçevenin çizilmesi çok daha acildir. Ancak raporun eksik bıraktığı başlıklardan biri de etik çerçeve hususudur. Etik çerçeveye ilişkin belirlemeler raporun tamamına yayılmış şekilde yer almışsa da, sistematik, objektif ve tutarlı önerilerden oluşan bölüm eksik kalmıştır. 3. bölümde etik ve yapay zeka ilişkisine dair detaylı yer verilmiş ancak sorunun asıl muhatabı olan toplum kritik konularda görmezden gelinmiştir. Örneğin "Çok Katmanlı Yasal ve Etik Çerçevenin Oluşturulmasına İlişkin" başlık ile "Teknik ve Kurumsal Önlemlerin Güçlendirilmesine İlişkin" başlığın altında sıralanan merkezi konularda toplumun katılımı dikkate alınmamış, çözüm olanakları devlet odaklı ele alınmıştır. Oysa etik ilkelerin belirlenmesi ve uygulanması süreçlerinin tümü katılıma açık olmalı, oluşturulan kurumlarda halkın katılım imkanları yaratılmalıdır.

Öte yandan komisyon toplantılarına davet edilerek dinlenen kişilerin birçok değerlendirmesi rapor dışında bırakılmıştır. Etik konusunda yapılan sunumlarda sıkça dile getirilen yapay zeka ve data setleri ilişkisinin hayati önemi konusuna oldukça zayıf değerlendirmeler dışında yer verilmemiştir. Bu hususta ayrımcılığın temel nedeni çok boyutlu şekilde açıklanmamış, yapay zekanın mevcut ayrımcı politik ve hukuki dayanaklarının ayıklanması süreçleri rapor içeriğinde yer almamıştır. Yapay zeka ve etik ilişkisinin temel unsurlarından biri olan veri setleri yeterince detaylandırılmamış ve gerçekçi öneriler geliştirilmemiştir.

Ayrıca yapay zeka ve etik ilişkisinin ikinci unsuru olan mahremiyet konusunda da eksik değerlendirmeler yapılmıştır. Bilindiği gibi yapay zeka algoritmaları kişisel veriyle çok farklı şekillerde manipülasyonlar yapabilir. Elde ettiği kişisel verileri kişinin zararına yol açacak şekilde kullanabilir. Bu sebeplerle etik düzenlemeler kişisel veriyi ve mahremiyeti koruyabilecek içeriklerde olmak zorundadır. Bunun yolu da izin ve onam mekanizmasının işletilmesinden geçmektedir. Ancak raporda bu konuda da toplumsal katılıma yer verilmemiş; toplum, ancak zarar açığa çıktıktan sonra devreye girebilecek bir şekilde dahil edilmiştir. Yani etik ilkelerin belirlenmesi sürecinde herhangi bir biçimde dahil edilmeyen yurttaşlar, zarar gördükten sonra "itiraz etme hakkı" gibi tali konumlarda tutulmuştur. Oysa asıl olan kurucu anda etik normlara etki etme olanaklarının tanınması olmak zorundadır.

Etik çerçevenin kurucu unsurlarından bir diğeri, raporun teknik bir ayrıntıya indirgediği şeffaflık ilkesidir. Raporda şeffaflık, ağırlıklı olarak kodların denetlenebilirliği üzerinden ele alınmıştır. Oysa yapay zeka etiği açısından şeffaflık, sadece yapılanların bilinmesi değil, neden yapıldığının toplumsal ve bireysel düzeyde anlaşılabilir kılınmasıdır. Uzman sunumlarında da belirtildiği üzere, "kara kutu" modellerinin karar alma mantığının topluma açıklanamıyor oluşu, etik anlamda bilgi asimetrisi yaratmaktadır. Rapor, bu asimetriyi gidermenin yollarını araştırmak yerine, şeffaflığı şirketlerin ticari sırları ile devletin güvenlik mülahazaları arasına sıkıştırmıştır. Oysa şeffaflık, algoritmik kararların muhatabı olan yurttaşın, kendisine uygulanan muamelenin ahlaki ve mantıksal zeminini sorgulayabilme

hakkıdır. Bu hakkın gözetilmediği bir sistemde, teknik şeffaflık salt retorikten ibaret kalacak, etik denetim imkansızlaşacaktır.

Buna eklemlenen bir diğer temel eksiklik ise sorumluluk ve hesap verilebilirlik mekanizmalarının belirsizliğidir. Yapay zeka sistemlerinin otonom yapısı, hata veya zarar durumunda sorumluluğun anonimleşmesi riskini doğurmaktadır. Komisyon toplantılarında dile getirilen "sorumluluk boşluğu" meselesi, raporda somut bir etik karşılık bulamamıştır. Sistem bir hata yaptığında veya bir ayrımcılığa yol açtığında, suçun algoritmanın doğasına atılarak failin görünmez kılınması, ahlaki bir sorumsuzluk rejimi inşa etmektedir. Etik bir çerçeve, kararı veren makine olsa dahi, bu kararın ahlaki yükümlülüğünü üstlenecek somut bir insani iradeyi ve bu iradenin topluma karşı vereceği hesabı net bir şekilde tanımlamalıdır. Raporun bu konudaki "belirsiz risk yönetimi" dili, teknoloji geliştiricilerini ve uygulayıcılarını etik bir koruma kalkanı altına alırken, toplumu olası zararlar karşısında savunmasız bırakmaktadır.

2. Toplumsal Adaletsizliğin Kök Nedenleri Aşılmadan Adil Bir Yapay Zeka Hukuku Yaratılamaz

Yapay Zeka teknolojisi, insan yaşamını baştan sona etkileyen kritik bir eşiği ifade etmektedir. Şüphesiz ki bu etki, YZ teknolojilerinin tasarımı, veri toplama süreçleri, model eğitimi, kullanımı ve hizmetten çıkarılması aşamalarının tamamı bakımından geçerlidir. Anılan süreçlerin tümünü hukukun üstünlüğü, demokrasi ve insan hakları ölçütleri üzerinden bütüncül bir hukuki çerçeveye oturtmak bu bakımdan zorunludur. Oysa Komisyon Raporu'nun geneline hakim olan yaygın eğilim, sorunu daha çok nihai "uygulama ve kısıtlama" aşamalarına odaklanarak çözmeye çalışmaktadır. Bu yaklaşım, Türkiye hukuk ve adalet sisteminin temelinde yer alan ve birçok adaletsiz mevzuatın da kök nedeni olan ayrımcı norm, gösterge ve pratikleri görünmez kılmaktadır.

Şüphesiz ki, yapay zekanın "öğrendiği" veri, toplumsal çeşitliliğin tarafsız bir yansıması değil; mevcut iktidar ilişkilerinin, önyargıların ve tarihsel adaletsizliklerin dijital bir dökümü olarak gelişmektedir. Yapay zeka sistemlerini besleyen veri setleri, halihazırda ayrımcılıkla malul olan resmi tarih tezleri, cinsiyetçi yargı kararları ve güvenlikçi devlet refleksleriyle oluşturulmuş arşiv ve müfredatlardan derlenirse, ortaya çıkacak teknoloji sadece mevcut eşitsizliği "yeniden üretmekle" kalmayacak, onu bilimsel nesnellik maskesi ile tahkim edecektir. Bu nedenle, adil bir yapay zeka hukuku, sadece sonuçları denetleyen değil; veri setlerinin inşasında "ayrımcılık karşıtı filtrelemeyi" zorunlu kılan proaktif bir yaklaşımı şart koşmalıdır.

Bu yaklaşım, özellikle Türkiye'de ayrımcılığa uğrayan gruplar açısından hayati bir risk taşımaktadır. Kürt halkına, Alevilere ve kadınlara yönelik tarihsel ve yapısal ayrımcılık pratikleri, veri setlerinden temizlenmediği sürece YZ sistemleri birer "dijital baskı aygıtına" dönüşecek ve ırkçı-cinsiyetçi inançları pekiştirecektir. Örneğin, Türkiye'de on yıllardır süren güvenlikçi politikalar ve yargı pratikleri, Kürt dilini ve siyasi taleplerini kriminalize etme eğilimindedir. Eğer bir YZ algoritması, mevcut terörle mücadele mevzuatı ve geçmiş mahkeme içtihatlarıyla eğitilirse; Kürtçe içerikleri, barışçıl siyasi ifadeleri veya kültürel sembolleri otomatik olarak "riskli", "tehlikeli" veya "yasadışı" olarak etiketleyecektir. Bu

durum, Kürtlerin dijital alandaki ifade özgürlüğünün algoritmik sansürle boğulmasına ve "olağan şüpheli" sıfatının dijital kimliklerine de yapışmasına neden olacaktır. Benzer şekilde, Alevi toplumunun inanç merkezlerini ve kimliğini "yasal statüden yoksun" bırakan veya onları egemen mezhebin bir alt yorumu olarak tanımlayan resmi müfredat ve devlet kayıtları, YZ modellerine veri olarak sunulduğunda; yapay zeka Aleviliği yok sayan veya asimile eden Sünni-normatif bir çıktı üretecektir.

Aynı tehlike toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında da geçerliliğini korumaktadır. Yargı sisteminin, kadın cinayetlerinde uyguladığı "iyi hal indirimleri", "haksız tahrik" yorumları ve kadının beyanını şüpheyle karşılayan ataerkil içtihat birikimi, YZ sistemleri için "öğretici veri" olarak kullanıldığında kadın karşıtı senaryolar doğacaktır. Bu verilerle eğitilen bir "risk analizi" veya "karar destek" algoritması, kadına yönelik şiddeti meşrulaştıran, mağduru suçlayan ve faili koruyan ataerkil kodları "hukuki standart" olarak benimseyecektir. Sonuç olarak; veri setleri, toplum ve siyasetin "ayrımcı hafızasından" arındırılmadan ve dışlananların perspektifiyle "karşı-arşivler" oluşturulmadan kurulan her YZ sistemi, adaletsizliğin teknolojik olarak tahkim edilmesinden başka bir sonuç doğurmayacaktır. Hukuki çerçeve, veri setlerinin "ayrımcılıktan arındırılması" ilkesini sadece bir tavsiye değil, yasal bir zorunluluk olarak düzenlemelidir.

3. Mevzuat, Devlet-Sermaye Çıkarlarından Önce Yurttaşın Özgürlüğünü Esas Almalıdır

Yapay zeka sistemlerinin denetiminde benimsenecek olan "risk temelli sınıflandırma" yaklaşımı, devletin güvenlikçi reflekslerine veya sermayenin ticari kaygılarına değil, doğrudan doğruya evrensel hukuk ilkelerine dayanmalıdır. Bu bağlamda, temel hak ve özgürlükler açısından risk oluşturmayan yapay zeka modellerinin gelişimi, ağır bürokratik prosedürlerle veya engelleyici mevzuatla boğulmamalı; aksine teknolojik yaratıcılığın, açık kaynak kültürünün ve toplumsal faydanın önünü açacak şekilde serbest bırakılmalıdır. Nitekim AB Yapay Zeka Tüzüğünde de bu fikri destekleyecek düzenlemeler yer almıştır. Tüzük, YZ sistemlerinin geliştirilmesi veya kullanılmasına dahil olan herkes için değil, yalnızca "operatör" olarak tanımlanan aktörler için yükümlülükler getirmektedir. Bu aktörler arasında sağlayıcı, yerleştirici, yetkili temsilci, ithalatçı, distribütör ve dolaylı olarak ürün imalatçısı yer almaktadır. Buna göre, kullanıcıların olabildiğince özgür kullanımı teşvik edilmekteyken sorumluluk daha çok kazanç sağlayanlara yüklenmektedir.

Türkiye'de yapılacak olan düzenlemenin yasakları, özgürlükleri genişleten teknolojilere değil, hakları tehdit eden uygulamalara yönelmelidir. Buradaki "risk" tanımının ölçütü muğlak "kamu düzeni" kavramları olamaz; riskin yegane ölçütü hukukun üstünlüğü, demokrasi ve insan haklarıdır. Nitekim Avrupa Konseyi YZ ve İnsan Hakları, Demokrasi ve Hukukun Üstünlüğü Çerçeve Sözleşmesinde de bu yaklaşım esas alınmıştır. Dolayısıyla bir yapay zeka sisteminin denetime tabi tutulma gerekçesi; şeffaflık, hesap verebilirlik, eşitlik, ayrımcılık yasağı, mahremiyet ve bireysel otonomi gibi temel değerleri ihlal etme potansiyeli taşıması olmak zorundadır. Toplumun onurunu ve otonomisini merkeze alan bu yaklaşım, teknolojiyi bir tahakküm aracı olmaktan çıkarıp toplumsal refahın aracına dönüştürmenin ön koşuludur.

Öte yandan, yapay zeka teknolojisinin beraberinde getirdiği tüm risklere ve gözetim toplumuna dair kaygılara rağmen, bu teknolojinin toplumsal özgürlüklerin genişletilmesi ve demokrasinin radikal bir biçimde derinleştirilmesi bakımından sunduğu tarihsel olanaklar yadsınamaz. Bu bağlamda yapay zeka; sadece teknik bir araç değil, toplumsal iradenin gelişmesi, pasif bir nesne olmaktan çıkıp politikleşmesi ve nihai olarak özgürleşme yeteneğine kavuşması süreçlerinin tümünde halkın elinde stratejik bir güç olma potansiyeli taşımaktadır. Nitekim bu teknoloji, tarih boyunca iktidarların en güçlü silahı olan "bilgi-iktidar" ilişkisinin parçalanması noktasında hayati bir işlev görebilir. Bilginin merkezi otoritelerce üretildiği, filtrelendiği ve topluma tek yönlü dayatıldığı geleneksel yapının aksine; halkın erişimine açık bir yapay zeka, bilginin bir ideolojik manipülasyon ve rıza üretme aracı olarak kullanılmasının önüne geçme şansı doğurmaktadır. Hakikatin iktidar tarafından tekelleştirilmesine karşı, yapay zeka destekli analizler topluma kendi gerçeğini görme ve resmi anlatıları sorgulama imkanı tanımaktadır. Ancak bu özgürleşme olasılığının somut bir gerçekliğe dönüşebilmesi ve güçlendirilmesi, hukuki çerçevenin teknik bir düzenlemenin ötesine geçmesine bağlıdır. Bu nedenle, oluşturulacak mevzuatın özellikle verinin sermaye veya devlet elinde toplanarak yeni veri tekelleri yaratmasını kesin bir dille engellemesi; bunun yerine veri yönetimini demokratikleştirmesi ve bilginin mülkiyetini toplumsallaştırması şarttır.

4. KVKK İle Güvence Sağlamak Mümkün Değildir

Komisyon raporunda yapay zeka teknolojilerinin düzenlenmesi bağlamında 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK), temel bir güvence mekanizması olarak sunulmaktadır. Ancak mevcut KVKK düzenlemesi, yapay zeka çağının getirdiği devasa gözetim ve denetim ağlarına karşı yurttaşı koruma yeteneğinden yoksundur; nitekim, kanunun mimarisi, devletin "dijital egemenliğini" tahkim etmek ve sermayenin veri madenciliğini meşrulaştırmak üzerine kuruludur. Bu kanun, bireyin verisi üzerindeki mülkiyetini korumaktan ziyade, bu verinin devlet ve sermaye tarafından işlenmesini yasallaştıran bir işlev görmektedir.

KVKK'nın demokratik hukuk devleti ilkesiyle en derin çelişkisi, kanunun 28. maddesinde düzenlenen "İstisnalar" rejimidir. Bu madde; "milli savunma", "milli güvenlik", "kamu güvenliği", "kamu düzeni" veya "ekonomik güvenlik" gibi ucu açık ve iktidarın keyfi yorumuna müsait kavramlar arkasına sığınarak, devletin istihbarat, kolluk ve yargı faaliyetlerini veri koruma yükümlülüklerinden neredeyse tamamen muaf tutmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin en yoğun ve en tehlikeli kullanım alanının devletin güvenlik bürokrasisi olduğu gerçeği düşünüldüğünde, bu istisna hükmü, devlete vatandaşları üzerinde sınırsız bir "dijital gözetim" yetkisi tanımaktadır. Devlet, bu maddeye dayanarak yurttaşların biyometrik verilerini, iletişim kayıtlarını, sosyal medya hareketlerini ve politik eğilimlerini herhangi bir açık rıza veya aydınlatma yükümlülüğü olmaksızın işleyebilir ve yapay zeka algoritmalarıyla "riskli vatandaş" kategorileri yaratabilir.

Bu durum, özellikle hukuk koruması dışında tutulan toplumsal kesimler için bir "dijital olağanüstü hal" rejimi anlamına gelmektedir. Geleneksel "imleme" pratiklerinin, yapay zeka destekli algoritmalarla çok daha derin ve öngörülemez bir boyuta taşındığı bu düzlemde, KVKK bir koruma kalkanı değil, devletin dokunulmazlığını sağlayan bir yasal zırhtır.

Örneğin, bir yapay zeka algoritmasının belirli bir bölgede yaşayanları, belirli bir dili konuşanları veya belirli politik kavramları kullananları "potansiyel tehdit" olarak kodlaması ve bu verileri işlemesi, KVKK'nın istisna hükmü sayesinde hukuki denetimin tamamen dışında kalmaktadır. Dolayısıyla, devletin elindeki yapay zeka, hukukun denetlediği bir araç değil, hukukun nüfuz edemediği bir "kara kutu" olarak işlemektedir.

Öte yandan KVKK, veriyi ve mahremiyeti sadece "bireysel" bir hak olarak kurgulayarak, yapay zekanın yarattığı "kolektif zararları" görmezden gelmektedir. Yapay zeka sistemleri, bireyleri isimleri üzerinden değil; ait oldukları sınıfsal, etnik veya mekansal gruplar üzerinden tasnif eder. Bir sigorta algoritmasının yoksul bir mahalleyi "riskli bölge" ilan etmesi veya bir işe alım algoritmasının belirli bir üniversiteden mezun olanları elemesi durumunda, bireysel bir veri ihlali olmasa da, kolektif bir ayrımcılık söz konusudur. Mevcut kanun, bu tür "grup mahremiyeti" ihlallerini ve algoritmik ayrımcılığı tanımadığı için, toplumun geniş kesimlerini yapay zeka kaynaklı yapısal eşitsizliklere karşı savunmasız bırakmaktadır.

5. Hukuki Sorumluluğun Belirlenmesinde 'İspat Yükünün Yer Değiştirmesi' İlkesi Esas Alınmalıdır

Mevcut özel hukuk alanında, iddia sahibinin iddiasını ispat etmesi genel ilkesi esas alınmaktadır. Bu ilke, HMK madde 190 ile "İspat yükü, kanunda özel bir düzenleme bulunmadıkça, iddia edilen vakıaya bağlanan hukuki sonuçtan kendi lehine hak çıkaran tarafa aittir." şeklinde düzenlenmiştir. Ancak bu ilke, yapay zeka teknolojilerinin yarattığı karmaşık ihlaller karşısında adaletin tecellisini sağlayan bir araç olmaktan çıkıp, mağdurların hak arama mücadelesini imkansız kılan bir engele dönüşme riski taşımaktadır. Klasik hukuk mantığı, zarara uğrayan kişinin hem zararı hem de bu zarara yol açan eylemle sonuç arasındaki neden-sonuç ilişkisini somut delillerle kanıtlamasını bekler. Ancak derin öğrenme algoritmalarının şeffaf olmayan yapısı, bu illiyet bağını görünmez kılmakta ve ispat yükünü mağdur için taşınamaz bir ağırlığa dönüştürmektedir.

Bugün kolektif kimliğinden dolayı ayrımcılığa uğrayan bir yurttaşın banka kredi başvurusunun reddedilmesi veya sigorta priminin fahiş oranda yüksek belirlenmesi durumunda; bunun kolektif kimliğinden kaynaklı bir ayrımcılık olduğunu ispatlaması mevcut usul hukukuyla fiilen imkansızdır. Çünkü algoritma, ayrımcılığı açıkça "kolektif kimlik" üzerinden değil; kredi notu verileri gibi görünüşte tarafsız ama arka planda kimlikle yüksek bağlantıya sahip veriler üzerinden yapabilmektedir. Mağdur, "ticari sır" gerekçesiyle korunan bu karmaşık algoritmik kodlara erişemediği ve sistemin nasıl karar verdiğini bilemediği için, yaşadığı mağduriyetin bir "teknik hata" değil, sistemsel bir ayrımcılık olduğunu kanıtlama şansına sahip değildir. Benzer şekilde, işe alım süreçlerinde yapay zeka tarafından elenen bir kadının, bu sonucun cinsiyetçi veri setlerinden kaynaklandığını ispatlaması, elinde algoritmanın iç işleyişine dair hiçbir veri olmayan bir bireyden beklenemez. Nitekim daha önce bu tarz sorunların yaşandığı da bilinmektedir.

Bu bağlamda, yapay zeka kaynaklı uyuşmazlıklarda ispat yükü, teknolojik asimetriyi ve güç dengesizliğini giderecek şekilde yeniden düzenlenmelidir. Hukuki çerçeve, "İspat Yükünün Yer Değiştirmesi" ilkesini esas almalıdır. Bir yurttaş, bir yapay zeka sistemi tarafından ayrımcılığa uğradığına veya zarar gördüğüne dair makul bir şüphe ortaya koyduğunda;

algoritmanın ayrımcı olmadığını, tarafsız ve hukuka uygun çalıştığını ispatlama yükümlülüğü, o sistemi geliştiren ve kar elde eden güçlü tarafa (şirket veya devlet) ait olmalıdır. Böylece, illiyet bağının teknik detaylar ve prosedürel kurallar içinde kaybolmasına izin verilmemeli; sonucun ayrımcı olması, sistemin kusurlu olduğunun karinesi sayılmalıdır.

6. Raporda Ceza Sorumluluğunun Yapısal Sorunlarına Değinilmemiştir

Yapay zeka teknolojilerinin neden olduğu hak ihlalleri ve toplumsal zararlar karşısında mevcut ceza hukuku sistemi, "suçun şahsiliği" ve "kasıt unsuru" gibi klasik kavramlara dayanması sebebiyle çözüm gücünden yoksundur. Bu husus mevcut hukukta zaten derin bir problem olan "cezasızlık kültürünü" dijital alana taşıyarak kurumsallaştırma tehlikesi barındırmaktadır. Derin öğrenme algoritmalarının şeffaf olmayan yapısı, şirketler ve kamu otoriteleri için denetimsiz bir "sorumsuzluk zırhı" üretmektedir. Bir yapay zeka sistemi, ırkçı bir profil oluşturduğunda, cinsiyetçi bir karar verdiğinde veya otonom bir araçla can aldığında; geliştiricilerin sorumluluğu algoritmaya yüklemesi gibi, hukuken kabul edilemez bir garabet dönemi başlamaktadır. Bu bağlamda, Türk Ceza Kanunu'nun sadece gerçek kişileri cezalandıran ve tüzel kişileri fail statüsüne almayan yapısı, yapay zeka suçları karşısında tamamen yetersizdir.

Yapay zeka suçları, doğası gereği bireysel sapmalardan ziyade kurumsal ve sistemsel ihmallerden kaynaklanır. Eğer bir şirket, maliyetten kaçmak için güvenlik testlerini yapmadığı veya ayrımcı veri setlerini temizlemediği bir algoritmayı piyasaya sürerek toplumsal bir zarar yaratıyorsa, burada basit bir taksirden değil, olası kasttan söz edilmelidir. Bu nedenle, ceza sorumluluğu rejimi, geliştirici şirketlerin ve bunları kullanan devlet kurumlarının "öngörülemezlik" savunmasını geçersiz kılacak şekilde düzenlenmelidir. Bu sebeplerle cezai sorumluluk üzerinde yeniden düşünülmeli ve birey-fail yaklaşımının olası riskleri hesaba katılarak ceza mevzuatı güncellenmelidir. Aksi halde sorumluluğun büyük bir kısmı sadece kullanıcı pozisyonunda kalan yurttaşlar ya da kod yazan mühendislere yüklenmesi riski doğacaktır.

Öte yandan, yapay zekanın "kara kutu" olarak adlandırılan öngörülemez doğası, ceza hukukunun temel taşı olan illiyet bağı kavramını ciddi bir erozyona uğratmaktadır. Mevcut sistemde, ortaya çıkan zarar ile geliştiricinin eylemi arasındaki bağ, algoritmanın kendi kendine öğrenme süreciyle kesintiye uğramakta; bu durum hukuki bir "boşluk" yaratmaktadır. Oluşan bu boşluk ise bilinçli bir "sorumluluktan kaçış alanı" haline gelmektedir. Yapay zekanın otonom kararları, failin fiili ile netice arasındaki bağlantıyı keserek, teknik karmaşıklığı cezai bağışıklığa dönüştürme riski taşımaktadır. Bu sebeplerle, sorumluluğun tayininde "öngörülebilirlik" kriteri, teknik bir imkansızlık savı olmaktan çıkarılmalı ve yüksek riskli sistemleri piyasaya sürenler için "kusursuz sorumluluk" veya "tehlike sorumluluğu" ilkeleri ceza hukuku dogmatiğine uygun şekilde yeniden yorumlanmalıdır.

E. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Komisyon raporu, yapay zekâyı farklı boyutlarıyla ele aldığını iddia etse de verimlilik ve ekonomik büyüme perspektifini belirgin biçimde öne çıkarmış, hak, özgürlük ve toplumsal adalet eksenini ise tali düzeyde işlemiştir. Oysa metin boyunca ortaya koyduğumuz şerhler, yapay zekanın sadece bir araç değil, aynı zamanda mevcut iktidar ilişkilerinin, tarihsel

adaletsizliklerin ve sınıfsal uçurumların dijital bir versiyonu olma potansiyelini ortaya koymaktadır. Nitekim toplumsal, siyasal ve ekonomik maddi şartların gözetilmediği bir perspektifin zorunlu olarak bu potansiyeli canlandıracağı açıktır. Bu riski besleyecek şekilde, komisyonun çalışma yöntemindeki tekçi tutum da anılan doğrultuda seyretmiştir. Bu tutum raporun içeriğine de sirayet etmiş; yapay zeka teknolojisi, toplumun kolektif faydasından ziyade devletin denetim kapasitesine ve sermayenin kar maksimizasyonuna yönelmiştir.

Yapay zekâ teknolojisi doğru yaklaşımla ele alındığında toplumsal ve bireysel özgürlükler bakımından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Ancak raporda bu potansiyel yeterince görünür kılınmamış ve yapay zekâ daha çok verimlilik, güvenlik ve idari kapasite ekseninde tartışılmıştır. Oysa yasama faaliyetleri ve hukukun ideal işlevi statükoyu teknolojik zırhlarla tahkim etmek değil, aksine bu yeni teknolojik kapasiteyi toplumsal yarar, katılımcı demokrasi ve toplumsal özgürleşme lehine dönüştürmektir. Özetle ifade etmek gerekirse; yapay zeka teknolojisinin öncelikle siyasal etik ve toplumsal adalet ölçütlerine dayandırılması gerekmektedir. Ancak raporda bu gerekliliğin aksine bir istikamet takip edilmiş, toplum ve birey yeterince merkeze alınmamış, buna karşılık iktidar ve sermayenin ihtiyaçları daha belirgin biçimde öne çıkarılmıştır. Bu anlamda raporun şerh boyunca ifade ettiğimiz değerlendirmeler doğrultusunda revize edilmesi toplumsal ve bireysel faydanın kaçınılmaz bir gereğidir.

Sevilay ÇELENK ÖZEN
Diyarbakır Milletvekili

Zülküf UÇAR
Van Milletvekili

KAYNAKÇA

1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi

1/541 Esas Numaralı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu Tasarısı

1007 - Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı. https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/kamu/ulusal-destek-programlari/1007/icerik-1007-cagrilari

13. Dong, S., Xu, S., He, P., Li, Y., Tang, J., Liu, T., & Xiang, Z. (2025). A Practical Memory Injection Attack against LLM Agents. arXiv:2503.03704

14. Crispino, N., Montgomery, K., Zeng, F., Song, D., & Wang, C. (2023). Agent Instructs Large Language Models to Be General Zero-Shot Reasoners. arXiv:2310

149th IPU Assembly, "The impact of artificial intelligence on democracy, human righs and the rule of law", 17.10.2024, https://www.ipu.org/file/20061/download

15. Xu, A., Zhang, Z., Hong, S., Liu, R., & Liu, S. (2023). Large language model empowered agent-based modeling and simulation for research. Nature Computational Science, 3, 741–752

177 sayılı Siber Güvenlik Başkanlığı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (RG: 32776 T: 08.01.2025), https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/19.5.177.pdf

183 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi

2. Lin, Y.-C., Chen, K.-C., Li, Z.-Y., Wu, T.-H., Wu, T.-H., Chen, K.-Y., Lee, H.-Y., & Chen, Y.-N. (2025). Creativity in LLM-based Multi-Agent Systems: A Survey. arXiv:2505.21116

2019 Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/2019_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf

2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/11/2020_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf

2021 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/11/2021_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf

2023 OECD Open, Useful and Re-usable data (OURdata) Index. https://www.oecd.org/en/publications/2023-oecd-open-useful-and-re-usable-data-ourdata-index_a37f51c3-en.html

2024 Yapay Zeka Atölyesi. https://manas.edu.kg/tr/engineering/electric_electronics/news/5166

3. Anthropic. (2025, June 13). How we built our multi-agent research system. Anthropic Engineering Blog

315(1):e242955. https://doi.org/10.1148/radiol.242955. PMID: 40197097

521(7553):436-44. doi: 10.1038/nature14539. PMID: 26017442

59 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi, m.9 https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/04/20200414-15.pdf

A. Dosovitskiy et al., "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," in ICLR 2021, 2021. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2010.11929

A. Dosovitskiy et al., "An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale," Oct. 2020, Accessed: Oct. 18, 2021. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/2010.11929v2

A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet classification with deep convolutional neural networks," in Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, vol. 25

A. Saxena, "An Introduction to Convolutional Neural Networks," Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol., vol. 10, no. 12, pp. 943–947, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.47789

AB Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR). Madde 5(1)(b)-Purpose limitation

ABD Genel Cerrahı. (2023). Yalnızlık ve İzolasyon Salgınımız: Sosyal Bağ ve Toplulukların İyileştirici Etkilerine Dair Tavsiye (Our Epidemic of Loneliness and Isolation: The U.S. Surgeon General's Advisory on the Healing Effects of Social Connection and Community).

ABD Sağlık ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. https://www.hhs.gov/surgeongeneral/priorities/index.html

Abiteboul, S., Hull, R., & Vianu, V. (1995). Foundations of Databases. Addison-Wesley

Accelerated Capability Environment. (2023). Using AI to improve patient bed allocation decisions in hospital. GOV.UK. https://www.gov.uk/government/case-studies/using-ai-to-improve-patient-bed-allocation-decisions-in-hospital

Accenture. (2016). Artificial Intelligence Poised to Double Annual Economic Growth Rate in 12 Developed Economies and Boost Labor Productivity by up to 40 Percent by 2035, According to New Research by Accenture. https://newsroom.accenture.com/news/2016/artificial-intelligence-poised-to-double-annual-economic-growth-rate-in-12-developed-economies-and-boost-labor-productivity-by-up-to-40-percent-by-2035-according-to-new-research-by-accenture

Accenture. (2024) Going for Growth. Araştırma Raporu. https://www.accenture.com/us-en/insights/strategy/ai-enabled-growth

Accenture. (2024) New Accenture research finds that companies with AI-led processes outperform peers. Ekim. Accenture. https://newsroom.accenture.com/news/2024/new-accenture-research-finds-that-companies-with-ai-led-processes-outperform-peers

Acemoglu, Daren (2024). The Simple Macroeconomics of AI. https://economics.mit.edu/sites/default/files/2024-04/The%20Simple%20Macroeconomics%20of%20AI.pdf

Acemoğlu, Daren (2019). The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w25682/w25682.pdf

Acemoğlu, Daron (2021). *Harvard Economics Lecture on Technology and Inequality*

AçıkVeri Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/acik-veri

Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Consultations and Outreach Group (CAHAI-COG) 3rd Meeting, 22-23 June 2021", https://rm.coe.int/cahai-cog-2021-pv1-3rd-meeting-report/1680a30293

Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Feasibility Study" 17.12.2020, https://rm.coe.int/cahai-2020-23-final-eng-feasibility-study-/1680a0c6da

Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Legal Frameworks Group (CAHAI-LFG) 5th Meeting Strasbourg, 2-3 November 2021", https://rm.coe.int/cahai-lfg-2021-pv5-en-5th-meeting-report/1680a46f5f

Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "List of Participants – 6th Plenary Meeting - 30 November – 2 December 2021", https://rm.coe.int/cahai-2021-lp3-fin-nov-dec-web-2778-2444-1349-v-1/1680a4d242

Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence, "Possible elements of a legal framework on artificial intelligence, based on the Council of Europe's standards on human rights, democracy and the rule of law", 03.12.2021, CAHAI((2021)09rev, https://rm.coe.int/cahai-2021-09rev-elements/1680a6d90d

Adana Milletvekili Ayyüce Türkeş Taş tarafından Komisyona sunulan 27.05.2025 tarihli yazı

Agbo, H. (2024) AI cost-efficiency for companies. Ekim. Gurcan Partners. https://gurcanpartners.com/ai-cost-efficiency

AgFunderNews. (2024). 2024'ün En Büyük 7 Çiftlik Robotu Anlaşması (The 7 biggest farm robotics deals of 2024 so far) https://agfundernews.com/the-7-biggest-farm-robotics-deals-of-2024-so-far

Aggarwal, C. C. (2017). Outlier Analysis. Springer

Ahuja, S., & Zaheer, S. (2025). Advancements in pathology: Digital transformation, precision medicine, and beyond. Journal of Pathology Informatics, 16, Article 100408. https://doi.org/10.1016/j.jpi.2024.100408

AI Index. https://oecd.ai/en/site/ai-index

AI in Aging Care Market Report. (2024) AI in aging and elderly care market upcoming trends analysis. Insight Ace Analytic. https://www.insightaceanalytic.com/report/ai-in-aging-and-elderly-care-market/2696

AI4TR, Ülkem İçin Yapay Zekâ Derneği, https://ai4tr.org.tr

AID, AI Incident Database, https://incidentdatabase.ai

AIPA, Yapay Zekâ Politikaları Derneği, https://aipaturkey.org

AIPRM. (2023) AI in the Art Market Statistics 2024. AIPRM. https://www.aiprm.com/ai-art-statistics

AIPRM. (2024). 50+ AI in healthcare statistics 2024. https://www.aiprm.com/ai-in-healthcare-statistics

AITR, Türkiye'nin Yapay Zekâ Platformu, https://ai.org.tr

Aijaz, N., Lan, H., Raza, T., Yaqub, M., Iqbal, R., ve Pathan, M. S. (2025). Artificial Intelligence in Agriculture: Advancing Crop Productivity and Sustainability. Journal of Agriculture and Food Research, 101762. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762.

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı. Sosyal yardım programlarımız. 2024. https://www.aile.gov.tr/sygm/programlarimiz/sosyal-yardim-programlarimiz

Aksoy Retornaz, E. Eylem ve Güçlütürk, Osman Gazi, "Yapay Zekânın Kişisel Veri Kavramı ve Kişisel Verilerin İşlenmesinde Temel İlkelerle İlişkisi", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020

Aksoy Retornaz, Emine Eylem, "Yapay Zekâ Algoritmalarıyla Profilleme ve Kişisel Verilerin Korunması", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Aksoy, Hüseyin Can, "Yapay Zekânın Yol Açtığı Zararlardan Hukuki Sorumluluk", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Alchemy. (2025). DOE software. Alchemy. https://www.alchemy.cloud/products/doe-software

Aletras, N., Tsarapatsanis, D., Preoţiuc-Pietro, D., & Lampos, V. (2016). Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: A Natural Language Processing perspective. PeerJ Computer Science, 2, e93. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.93

Al-Ibrahim, H. (2024). The potential for artificial intelligence assistance in funding research (Doctoral dissertation, Pardee RAND Graduate School). RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/rgs_dissertations/RGSDA3387-1.html

Allakhverdov, E., Tarasov, D., Goncharova, E., & Kuznetsov, A. (2025). Image Reconstruction as a Tool for Feature Analysis. arXiv preprint arXiv:2506.07803

Allen & Overy. (2023). Global Legal Tech Usage Report. https://www.allenovery.com

Ambuli, T. V., Venkatesan, S., Sampath, K., Devi, K., ve Kumaran, S. (2024). AI-Driven Financial Management Optimizing Investment Portfolios through Machine Learning. In 2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT) (Vol. 1, pp. 1822-1828). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCPCT61902.2024.10672859

Amershi, S., Weld, D., Vorvoreanu, M., Fourney, A., Nushi, B., Collisson, P., ... & Horvitz, E. (2019). Guidelines for human-AI interaction. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–13

Amodei, D., Olah, C., Steinhardt, J., Christiano, P., Schulman, J., & Mané, D. (2016). Concrete problems in AI safety. arXiv preprint arXiv:1606.06565

An official EU website, AI Act, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai#:~:text=discriminatory%20outcomes%20,of%20robustness%2C%20cybersecurity%20and%20accuracy

An, D.-S. (2024, 31 Ekim). Major healthcare group in Turkey leverages AI video system to enhance safety and efficiency at hospital. Hanwha Vision Europe. https://hanwhavision.eu/major-healthcare-group-in-turkey-leverages-ai-video-system-to-enhance-safety-and-efficiency-at-hospital

Anadolu Ajansı. (2024). Yapay zeka uygulamaları e-ticaret sektöründe etkinliği artırıyor. https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/yapay-zeka-uygulamalari-e-ticaret-sektorunde-etkinligi-artiriyor/3263557

Anadolu Ajansı. (2024, Haziran 13). Yapay zekâyla hastaneler hastaların ayağına gelecek. https://www.aa.com.tr/tr/dosya-haber/yapay-zekayla-hastaneler-hastalarin-ayagina-gelecek/3199683

Anayasa Mahkemesi, Başvuru No: 2019/20473 T: 03.02.2022, https://kararlarbilgibankasi.anayasa.gov.tr/BB/2019/20473

Anayasa Mahkemesi, Bireysel Başvuru No 2019/39889 T: 17.07.2024, https://kararlarbilgibankasi.anayasa.gov.tr/BB/2019/39889

Anayasa Mahkemesi, E: 2006/167 K: 2008/86 T:20.03.2008

Anayasa Mahkemesi, E: 2016/125 K: 2017/143 T: 28.09.2017

Ankara Kalkınma Ajansı. (2025) Yapay Zekâ ile Görme Engelliler İçin Yeni Ufuklar Projesi Sertifika Töreni Gerçekleştirildi. Ankara Kalkınma Ajansı. Nisan. https://ankaraka.org.tr/yapay-zeka-ile-gorme-engelliler-icin-yeni-ufuklar-projesi-sertifika-toreni-gerceklestirildi

Apple Inc., *Differential Privacy Overview* (teknik not), https://www.apple.com/privacy/docs/Differential_Privacy_Overview.pdf

Arf, C. (1993). Matematiğe Dair Konuşmalar. TÜBİTAK Yayınları

Arf, Cahit, "Makine Düşünebilir Mi ve Nasıl Düşünebilir?", Atatürk Üniversitesi – Üniversite Çalışmalarını Muhite Yayma ve Halk Eğitimi Yayınları Konferanslar Serisi No: 1, 1959, Erzurum

Argentina.gob.ar, "El Poder Ejecutivo Nacional envió al Congreso el Proyecto de Ley de Protección de Datos Personales", https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-poder-ejecutivo-nacional-envio-al-congreso-el-proyecto-de-ley-de-proteccion-de-datos

Arkangel AI. Key metrics to measure the impact of AI in hospitals, https://www.arkangel.ai/blog-ai/key-metrics-to-measure-the-impact-of-ai-in-hospitals

Arpit, D., Jastrzebski, S., Ballas, N., et al. (2017). A closer look at memorization in deep networks. ICML

Article 29 Working Party, *Opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques*, Bölüm 2.3 "No 100 % anonymisation",https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf

Artsmart. AI in the Art Market: Statistics and Trends. Artsmart.ai. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics

Artuk, Mehmet Emin ve Gökçen, Ahmet ve Yenidünya, Caner, *Ceza Hukuku Genel Hükümler*, 8. basım, Adalet Yayınevi, Ankara, 2013, s. 477-480

Ashwani Sharma ve Bikram Jit Singh (2020). Evolution of Industrial Revolutions: A Review. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) 9(11). https://www.researchgate.net/publication/344366036_Evolution_of_Industrial_Revolutions_A_Review

Atamer, Yeşim ve Kurtulan Güner, Gökçe, "Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu ile İmalatçının Sourmluluğu Konusu Türk Hukuku Açısından Çözülmüş Müdür?", Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 70, 2021

Ateş Mustafa, Fikri Hukukta Eser, 2007

Avrupa Komisyonu. (2023). Avrupa Parlamentosu ve Konseyine Sunulan Yapay Zekâya İlişkin Düzenleme Teklifi: Uyumlaştırılmış Kurallar (Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)). https://eur-lex.europa.eu

Avrupa Komisyonu. (2023). Avrupa Parlamentosu ve Konseyine Sunulan Yapay Zekâya İlişkin Düzenleme Teklifi: Uyumlaştırılmış Kurallar (Proposal for a Regulation of the European

Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)). https://eur-lex.europa.eu

AVTED, Açık Veri ve Teknoloji Derneği, https://avted.org.tr

Aydin, C. (2022). Yapay Zekâ Tarihi ve Felsefesi. İstanbul: Alfa Yayınları

Ayiter, Nüşin, Hukukta Fikir ve Sanat Ürünleri, 1981

Ayrıntılı bir çalışma için bkz. Suresh, Harini

Azenkot, T., Rivera, D. R., Stewart, M. D., & Patel, S. P. (2025). Artificial intelligence and machine learning innovations to improve design and representativeness in oncology clinical trials. American Society of Clinical Oncology Educational Book, 45, e473590. https://doi.org/10.1200/EDBK-25-473590

Azevedo, F. A. C., et al. (2009). Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain. Journal of Comparative Neurology

Babar, A. (2024). Peer-to-Peer Planning Architectures in Decentralized LLM Agents. AI Communications, 37(1), 115–128

Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. Journal of Communication Disorders, 36(3), 189–208

Bahangulu, J.K. ve Owusu-Berko, L., (2025). Algorithmic bias, data ethics, and governance: Ensuring fairness, transparency and compliance in AI-powered business analytics applications. World Journal of Advanced Research and Reviews. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.2.0571

Ball, D. W. (2025). The future of materials science: AI, automation, and policy strategies. Mercatus Center. https://www.mercatus.org/research/policy-briefs/future-materials-science-ai-automation-and-policy-strategies

Balzer, J. (2024). AI will help with scheduling needs at Burnaby Hospital, Fraser Health says. Burnaby Now. https://www.burnabynow.com/local-news/ai-will-help-with-scheduling-needs-at-burnaby-hospital-fraser-health-says-9519959

Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2019). Fairness and Machine Learning. https://fairmlbook.org

Bartzioka, A. G., Dalma, E. D., Gypa, F. -D., Kourou, C. K., Leontara, N. L., & C.-Ugarte, M. F. (2025). Improving participant recruitment in clinical trials: Comparative analysis of innovative digital platforms. JMIR Public Health and Surveillance, 11, e56754. https://doi.org/10.2196/56754

Batra, N., van der Lande, J., Mahajan, V., & Wüstner, J. (2024). Generative AI in the pharmaceutical industry: Moving from hype to reality. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/generative-ai-in-the-pharmaceutical-industry-moving-from-hype-to-reality

Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun Teklifi, TBMM, https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/12d348f9-77ee-4f09-8b78-019a5e27521f

BCG (2023) Accelerating Climate Action with AI https://web-assets.bcg.com/72/cf/b609ac3d4ac6829bae6fa88b8329/bcg-accelerating-climate-action-with-ai-nov-2023-rev.pdf

Be My Eyes. (2023) Introducing Be My AI – A New Virtual Volunteer Powered by GPT-4 [Video]. YouTube. Mayıs,. https://www.youtube.com/watch?v=dIImXx1C7_g

Be My Eyes. (2025) Be My Eyes – Virtual volunteer support for people who are blind or have low vision. https://www.bemyeyes.com

Begovic, Boris (2020). Book Review The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation by Carl Benedikt Frey. PANOECONOMICUS, 67(4), 573-582. https://www.researchgate.net/publication/343788257_Book_Review_The_Technology_Trap_Capital_Labo and_Power_in_the_Age_of_Automation_by_Carl_Benedikt_Frey

Bengio, Y., Simard, P., & Frasconi, P. (1994). Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. IEEE Transactions on Neural Networks, 5(2), 157–166

Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. Journal of Machine Learning Research, 13(2), 281–305

Berlyn, D. (2024) How AI and new technology could support healthy aging. National Council on Aging. Şubat. https://www.ncoa.org/article/how-ai-and-new-technology-could-support-healthy-aging/

Berryhill, J., Heang, K. K., Clogher, R., & McBride, K. (2019) Hello, world: Artificial intelligence and its use in the public sector (OECD Working Papers on Public Governance No. 36). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/726fd39d-en, s.76

Bhot, A.M. (2022) This museum is using AI to remind us of all the threads we have in common. Microsoft. Haziran. https://news.microsoft.com/source/asia/features/this-museum-is-using-ai-to-remind-us-of-all-the-threads-we-have-in-common

Biamonte, J., Wittek, P., Pancotti, N., et al. (2017). Quantum machine learning. Nature, 549(7671), 195–202

Bick, A., Blandin, A., & Deming, D. J. (2025) The impact of generative AI on work productivity. Şubat. Federal Reserve Bank of St. Louis. https://www.stlouisfed.org/on-the-economy/2025/feb/impact-generative-ai-work-productivity

Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu İdari Yaptırımlar Yönetmeliği (RG: 28914 T: 15.02.2014)

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), Akıllı Üretim Sistemlerine Yönelik Çalışmaların Yapılması [2016/101], BTYK 29. Toplantısı https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2016_101.pdf

Bilişim Vadisi. (2024). Hızlandırma Programları. https://bilisimvadisi.com.tr/programlar/hizlandirma-programi

Binet, A. (1905). Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux. L'Année Psychologique

Birleşmiş Milletler Dijital Kütüphanesi. https://digitallibrary.un.org/record/4040897?v=pdf

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)

Biruni Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi. (2024). Sağlık sektöründe yapay zekâ kullanımı: Geleceği şekillendiren teknoloji. https://sem.biruni.edu.tr/?p=6980

Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer

Bloom, B. S. (1984). "The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring," Educational Researcher, 13(6) 1984, 4-16

Blue J Legal. (2023). White paper on predictive analytics in legal decision-making. https://www.bluejlegal.com

Borchert, H., Schütz, T., & Verbovszky, J. (Eds.). (2024) The very long game: 25 case studies on the global state of defense AI. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58649-1. s.332

Boston Consulting Group. (2025). How Digital and AI Will Reshape Health Care in 2025. https://web-assets.bcg.com/8c/f8/ae51ffb44ca59cb8abd751940441/bcg-how-digital-and-ai-solutions-will-reshape-health-care-in-2025.pdf

Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press

Bower, L. L. (2022). AI decision making for allocating government grant funds. In Human Interaction ve Emerging Technologies (IHIET-AI 2022) (S. 300–308). Applied Human Factors and Ergonomics International. https://openaccess-api.cms-conferences.org/articles/download/978-1-7923-8989-4_33

Boyd, J., Brainard, G., Murty, N. S. N., Mariani, J., & Kishnani, P. (2024) 10x improvement in customer experience. Mart. Deloitte Insights. https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/government-public-sector-services/government-trends/2024/radically-improving-the-government-customer-experience.html

BPM. (2024). Tarımda Yapay Zekâ: Artıları, Eksileri ve Öne Çıkmak İçin Nasıl Hazırlanmalı (AI in agriculture: Pros, cons and how to stay ahead) https://www.bpm.com/insights/ai-in-agriculture

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32

Brodsky, V., Ullah, E., Bychkov, A., Song, A. H., Walk, E. E., Louis, P., Rasool, G., Singh, R. S., Mahmood, F., Bui, M. M., & Parwani, A. V. (2025). Generative artificial intelligence in anatomic pathology. Archives of Pathology & Laboratory Medicine, 149, 298–318. https://doi.org/10.5858/arpa.2024-0215-RA, s.298-299

Brookings Enstitüsü. (2022, 21 Haziran). Veri kötüye kullanımı ve dezenformasyon: Teknoloji ve 2022 seçimleri (*Data misuse and disinformation: Technology and the 2022 elections*). https://www.brookings.edu/articles/data-misuse-and-disinformation-technology-and-the-2022-elections

Browder, J. (2016). DoNotPay: The world's first robot lawyer. https://www.donotpay.com

Brundage, M., Avin, S., Wang, J., Belfield, H., Krueger, G., Hadfield, G., ... & Anderljung, M. (2020). Toward trustworthy AI development: mechanisms for supporting verifiable claims. arXiv preprint arXiv:2004.07213

BThaber. (2020). Acıbadem, şimdi de dijital sağlık yönetim sistemi ihraç ediyor! https://bthaber.com/acibadem-simdi-de-dijital-saglik-yonetim-sistemi-ihrac-ediyor

BTHaber. (2025). Ford Otosan, Quantum Application Hub listesinde yerini aldı. https://www.bthaber.com/ford-otosan-quantum-application-hub-listesinde-yerini-aldi

BTK Akademi, https://www.btkakademi.gov.tr

Building People-centric and Responsible Data Governance in Türkiye. https://www.undp.org/digital/blog/building-people-centric-and-responsible-data-governance-turkiye

Buneman, P. (1997). Semistructured data. ACM SIGMOD Record

Bununla birlikte bkz. Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Genetik Verilerin İşlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlara İlişkin Rehber", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/703442e0-690c-4618-91c3-83e7583170ca.pdf

C. Huang, Z. Zhang, B. Mao and X. Yao, "An Overview of Artificial Intelligence Ethics," in IEEE Transactions on Artificial Intelligence, vol. 4, no. 4, pp. 799-819, Aug. 2023, doi: 10.1109/TAI.2022.3194503

CAHAI - Ad hoc Committee on Artificial Intelligence. https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cahai

California Consumer Privacy Act of 2018, https://cppa.ca.gov/regulations/#collapseOne

California Legislative Information, "Assembly Bill No. 2013 Generative artificial intelligence: training data transparency", 30.09.2024, http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB2013

California Legislative Information, "Assembly Bill No. 2602 Contracts against public policy: personal or professional services: digital replicas", 17.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB2602

California Legislative Information, "Assembly Bill No. 3030 Health care services: artificial intelligence", 30.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB3030

California Legislative Information, "Senate Bill No. 1047 Safe and Secure Innovation for Frontier Artificial Intelligence Models Act", 03.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=202320240SB1047

California Legislative Information, Assembly Bill No. 1008 California Consumer Privacy Act of 2018: personal information, 30.09.2024, https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=202320240AB1008

Capgemini. (2024). Imagining A New Era of Customer Experience With Generative AI Report. https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2023/07/2023-07-27_Gen-AI-for-CX-POV_Opt1_v3_MD-1.pdf

Capitol Technology University. (2024) Using AI for Disaster Management in Wildfire Scenarios. Capitol Technology University. Ekim. https://www.captechu.edu/blog/ai-systems-for-disaster-management-in-wildfire-prevention

Caradaıcă, M. (2020). 'Artificial Intelligence and Inequality In European Union'. Europolity Continuity and Change in European Governance14:1 https://europolity.eu/wp-content/uploads/2020/07/VOL-14-1-01.-Caradaica.pdf

Caralli, R. A., Stevens, J. F., Young, L. R., and Wilson, W. R. (2007). Introducing OCTAVE Allegro: Improving the Information Security Risk Assessment Process.Middlesex, MA: Hansom AFB

Carrillo, Margarita Robles Artificial Intelligence: From ethics to law, Telecommunications Policy, Telecommunications Policy https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101937.

Cavallo, Jo, "Confronting the Criticisms Facing Watson for Oncology: A Conversation With Nathan Levitan, MD, MBA", The ASCO Post, 10.09.2019, https://ascopost.com/issues/september-10-2019/confronting-the-criticisms-facing-watson-for-oncology

Central Michigan University Libraries. (2025). Academic publishing – Where to publish. CMU Library Research Guides

Centre for Data Ethics and Innovation (CDEI). (2020). Algoritmik Karar Alma Süreçlerinde Önyargı İncelemesi (Review into bias in algorithmic decision-making). Birleşik Krallık Hükûmeti. https://www.gov.uk/government/publications/cdei-publishes-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making/main-report-cdei-review-into-bias-in-algorithmic-decision-making?utm_source=chatgpt.com

Centre for International Governance Innovation. (2023). Çiftlik Verisi Sahipliği ve Fikri Mülkiyet Yasaları (Farm data ownership and intellectual property laws) https://www.cigionline.org/publications/farm-data-ownership-and-intellectual-property-laws

Chalmers, D. J. (1996). The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory. Oxford University Press

Charife, T. (2023) AI in cybersecurity: A double-edged sword. Deloitte. https://www.deloitte.com/middle-east/en/our-thinking/mepov-magazine/securing-the-future/ai-in-cybersecurity.html

Charr, M. (2024) How museums are using augmented reality. MuseumNext. Nisan. https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality

Chatbot Uygulamaları ve ChatGPT Örneği Araştırma Raporu. https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/1.Aras%CC%A7t%C4%B1rmaRaporu_Chatbot%20Uygulamas%C4%B1veChatGPT.pdf

Chatfield, C. (2003). The Analysis of Time Series: An Introduction. CRC Press

Chawla, N. V. et al. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. Journal of Artificial Intelligence Research

Chebrolu, K., Ressler, D., & Varia, H. (2020, 22 Ekim). Artificial intelligence in health care. Deloitte Insights. https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/artificial-intelligence-in-health-care.html

Cheema, M., ve Khan, M., (2019). Information Technology for Sustainable Agriculture. Innovations in Sustainable Agriculture. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23169-9_19

Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., . ve Torr, P. (2025). AI-Driven Automation Can Become the Foundation of Next-Era Science of Science Research. arXiv preprint arXiv:2505.12039

Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., … Ouyang, W. (2025). AI-driven automation can become the foundation of next-era science of science research (arXiv preprint No. 2505.12039). arXiv. https://arxiv.org/html/2505.12039v1

Chen, R., Su, H., Tang, S., Yin, Z., Wu, Q., Li, H., … Ouyang, W. (2025). AI-driven automation can become the foundation of next-era science of science research (arXiv preprint No. 2505.12039). arXiv. https://arxiv.org/html/2505.12039v1.

Chennupati, N., (2025). AIRA-Hospital: Generative AI-enhanced robotic process automation for dynamic resource allocation in acute care settings. World Journal of Advanced Research and Reviews. https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.2.1657

China Daily. (2017, August 25). AI legal assistant greets litigants in Beijing court. https://www.chinadaily.com.cn/china/2017-08/25/content_31096719.htm

Cho, K., van Merriënboer, B., Gulcehre, C., et al. (2014). Learning phrase representations using RNN encoder–decoder for statistical machine translation

Cholewinski, P., Kellner, M., Richter, W., Roggendorf, M., Tschiesner, A., ve Venus, A. (2024). Automotive R ve D transformation: Optimizing gen AI's potential value. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/automotive-r-and-d-transformation-optimizing-gen-ais-potential-value

Cholewinski, P., Kellner, M., Richter, W., Roggendorf, M., Tschiesner, A., ve Venus, A. (2024). Automotive R&D transformation: Optimizing gen AI's potential value. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/automotive-r-and-d-transformation-optimizing-gen-ais-potential-value

Chopra, A., Kumar, S., Kuru, N. G., Raskar, R., & Quera-Bofarull, A. (2025). Scaling LLM-Guided Agent Simulations to Millions. MIT Media Lab

Chu, J. (2025) Have a damaged painting? Restore it in just hours with an AI-generated "mask". MIT News. Haziran. https://news.mit.edu/2025/restoring-damaged-paintings-using-ai-generated-mask-0611

Chui, M., Hall, B., Singla, A., & Sukharevsky, A. (2023) The state of AI in 2023: Generative AI's breakout year. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai

Chunlan, Y., Wook, T. S. M. T., & Rosdi, F. (2025) Advancing cultural heritage: a decadal review of digital transformation in Chinese museums. npj Heritage Science, 13(1), 189. https://doi.org/10.1038/s40494-025-01714-x

Claudia Goldin (2023). Nobel Prize, Claudia Goldin Facts. https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2023/goldin/facts

Cleveland Clinic. (2025, 25 Mart). Cleveland Clinic and G42 to advance healthcare through artificial intelligence. https://newsroom.clevelandclinic.org/2025/03/25/cleveland-clinic-and-g42-to-advance-healthcare-through-artificial-intelligence

CloudLIMS. (2025). Bringing intelligence to the bench: Leveraging automation, AI ve LIMS for medical microbiology. CloudLIMS. https://cloudlims.com/integrate-ai-with-a-lims-for-medical-microbiology-to-boost-diagnostics

Cobalt. (2024) Top 40+ AI cybersecurity statistics. Cobalt. https://www.cobalt.io/blog/top-40-ai-cybersecurity-statistics

Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, "Coğrafi Bilgi Sistemleri Mevzuat Kitabı", 2021, https://cbs.csb.gov.tr/cografi-bilgi-sistemleri-mevzuat-kitabi-i-102099

Committee on Artificial Intelligence (CAI). https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai

Committee on Artificial Intelligence, "3rd Meeting - 11 - 13 January 2023", https://rm.coe.int/cai-2023-03-list-of-decisions/1680a9cc4f

Committee on Artificial Intelligence, "Methodology for the Risk and Impact Assessment of Artificial Intelligence Systems from the Point of the View of Human Rights, Democracy and the Rule of Law (HUDERIA Methodology)", 28.11.2024, CAI(2024)16rev2, https://rm.coe.int/cai-2024-16rev2-methodology-for-the-risk-and-impact-assessment-of-arti/1680b2a09f

Committee on Science, Space and Technology, "H.R. 6216, the National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020", https://science.house.gov/bills?ID=34889C3E-C675-4EAF-B50F-880C05EB753B

ComplexDiscovery Staff. (2024). AI in pharmaceuticals: From discovery to market. ComplexDiscovery. https://complexdiscovery.com/ai-in-pharmaceuticals-from-discovery-to-market

Consumer Financial Protection Bureau (CFPB), *Fair Lending Report of the Consumer Financial Protection Bureau* (Haziran 2024)

Corporate Finance Institute, "2010 Flash Crash", https://corporatefinanceinstitute.com/resources/equities/2010-flash-crash

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine Learning, 20(3), 273–297

Council of Europe – Committee of Ministers, "Ad Hoc Committee on Artificial Intelligence (CAHAI)", https://rm.coe.int/cahai-2020-2021-rev-en-pdf/16809fc157

Council of Europe – Committee of Ministers, "Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law and its Explanatory Report", 17.05.2024

Council of Europe – Committee of Ministers, "Terms of Reference of the Committee on Artificial Intelligence (CAI)", CM(2023)131-addfinal, https://rm.coe.int/terms-of-reference-of-the-committee-on-artificial-intelligence-cai-/1680ade00f

Council of Europe "The Council of Europe at a glance", https://www.coe.int/en/web/portal/the-council-of-europe-at-a-glance

Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law https://rm.coe.int/1680afae3c

Council of Europe Portal, Netherlands - Report of the Childcare Allowance Parliamentary Inquiry Committee entitled "Unprecedented injustice" (Ongekend onrecht) 17 December 2020, https://www.coe.int/en/web/venice-commission/-/CDL-REF%282021%29073-e

Council of Europe, "CAHAI – Ad hoc Committee on Artificial Intelligence", https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cahai

Council of Europe, "Committee on Artificial Intelligence", https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai

Council of Europe, "Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law", https://rm.coe.int/1680afae3c

Council of Europe, "Council of Europe opens first ever global treaty on AI for signature", 05.09.2024, https://www.coe.int/en/web/portal/-/council-of-europe-opens-first-ever-global-treaty-on-ai-for-signature

Council of Europe, "European Convention on Human Rights", https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_ENG

Council of Europe, "Explanatory Report to the Council of Europe Framework Convention on Artificial Intelligence and Human Rights, Democracy and the Rule of Law", 05.09.2024, https://rm.coe.int/1680afae67

Council of Europe, "HUDERIA: New tool to assess the impact of AI systems on human rights", https://www.coe.int/en/web/portal/-/huderia-new-tool-to-assess-the-impact-of-ai-systems-on-human-rights#:~:text=The%20HUDERIA%20Methodology%20was%20adopted,Strasbourg%20on%2026%2D28%20November

Council of Europe, "The Council of Europe: key facts" https://www.coe.int/en/web/portal/the-council-of-europe-key-facts

Cross, S., Bell, I., Nicholas, J. Valentine, L. vd, (2024) Use of AI in mental health care: Community and mental health professionals survey. JMIR Mental Health, 11, e60589. Ekim. https://doi.org/10.2196/60589

Cumhurbaşkanı Yardımcısı Cevdet Yılmaz'ın Veriden Karara Ulusal Yapay Zeka Zirvesi, Açılış Oturumu Konuşması

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025, https://cbddo.gov.tr/uyzs

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, "Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı", https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Kamu Veri Alanı", https://cbddo.gov.tr/projeler/kamu-veri-alani

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Türkiye'de Açık Devlet Verisi Mevzuatı Hazırlık Çalıştayı Gerçekleştirildi", https://cbddo.gov.tr/haberler/6896/turkiye-de-acik-devlet-verisi-mevzuati-hazirlik-calistayi-gerceklestirildi

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Türkiye için Veri Yönetişimi Çerçevesi Öneri Raporu Yayımlandı", https://cbddo.gov.tr/haberler/6823/turkiye-icin-veri-yonetisimi-cercevesi-oneri-raporu-yayimlandi

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, "Ulusal Veri Stratejisi", https://cbddo.gov.tr/ulusal-veri-stratejisi

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, https://cbddo.gov.tr/uyzs

Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025 https://cbddo.gov.tr/uyzs

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, "Orta Vadeli Program (2026-2028)", https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/09/Orta-Vadeli-Program-2026-2028.pdf

Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023), s.107. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf

Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. (2024). The State of Turkish Startup Ecosystem. Invest in Türkiye. https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/the-state-of-turkish-startup-ecosystem.pdf

Cumhurbaşkanlığı, (2025) e-Devlet Kapısı istatistikleri. Haziran. https://www.turkiye.gov.tr/edevlet-istatistikleri

Cutter, E. (2024, 27 Kasım). Pharma AI is changing clinical trials by optimizing patient selection. The REPROCELL Blog. https://www.reprocell.com/blog/biopta/pharma-ai-is-changing-clinical-trials-by-optimizing-patient-selection

CVSS (2019). Common Vulnerability Scoring System SIG.Available at:https://www.first.org/cvss

Cybersecurity Guide. (2024). Gıda ve Tarım Dijital Savunma: Siber Güvenlik Tehditleriyle Mücadele (Food & agriculture digital defense: Tackling cybersecurity threats) https://cybersecurityguide.org/industries/food-and-agriculture

Çağlayan Aksoy, Pınar, "Finans Sektöründe Yapay Zekâ Kullanımı: Kişisel Verilerin Korunması Odağında Bir Değerlendirme", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Çağrı ile ilgili Beyaz Saray duyurusu için bkz. The White House, "Public Comment Invited on Artificial Intelligence Action Plan," Briefings & Statements, 25.12.2025, https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/2025/02/public-comment-invited-on-artificial-intelligence-action-plan

Çamlıca, Berat, *Yapay Zekanın Ceza Sorumluluğu ve Kişilik Tartışmaları*, Yetkin Yayınları, Ankara, 2022, s. 43

Çerçeve Sözleşme'nin güncel mevcut imza ve onay durumu Avrupa Konseyinin resmi internet sitesinde şu adres üzerinden kontrol edilebilmektedir: https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence#:~:text=Opened%20for%20signature%20on%205,to%20technological%20progress%20and%20innovation

ÇETAM. (2024). Yapay Zekâ Çağında İş Gücünün Büyük Dönüşümü: Oliver Wyman Forum'un 2024 Raporu Ne Anlatıyor? ÇETAM. https://cetam.ikcu.edu.tr/Haber/17956/yapay-zeka-caginda-is-gucunun-buyuk-donusumu-oliver-wyman-forumun-2024-raporu-ne-anlatiyor

Çin Halk Cumhuriyeti sınırları içinde topladıkları veya ürettikleri kişisel bilgileri yurt içinde depolamakla yükümlüdür." İngilizce çeviri, Stanford Digichina, https://digichina.stanford.edu/work/translation-personal-information-protection-law-of-the-peoples-republic-of-china-effective-nov-1-2021

Çin Halk Cumhuriyeti, Personal Information Protection Law (PIPL), Madde 40 Veri Yerelleştirme "Kritik bilgi altyapısı işletmecileri ile kişisel bilgileri, Devlet Siber Uzay İdaresi'nce belirlenen eşiğin üzerinde işleyen kişisel bilgi işleyicileri

Çin Halk Cumhuriyeti, Personal Information Protection Law (PIPL), Madde 38 Kişisel Bilgilerin Sınır Ötesi Sağlanmasına İlişkin Kurallar.

Çin Siber Uzay İdaresi. (2023). Derin Sentezli İnternet Bilgi Hizmetlerinin Yönetimine Dair Hükümler (Provisions on the Administration of Deep Synthesis Internet Information Services). http://www.cac.gov.cn

Danıştay 15. Dairesi E: 2014/4562 T:11.09.2014, https://www.istabip.org.tr/icerik/biyometrikyurutmeyidurdurma.pdf

Danıştay 5. Dairesi, E: 2013/5342 K:2013/9525 T: 10.12.2013.

Danıştay 15. Dairesi, E: 2014/1150 T: 08.07.2014

Darling, K. (2015). "Johnny Kim?": İnsan-Robot Etkileşiminde Antropomorfik Çerçeveleme, Entegrasyon ve Politika ("Who's Johnny?" Anthropomorphic framing in human–robot interaction, integration, and policy). R. Calo, A. M. Froomkin, & I. Kerr (Ed.), Robot Law içinde (3–20). Edward Elgar Publishing

Daron Acemoğlu ve James A. Robinson, Ulusların Düşüşü, 5. Baskı, 2014, İstanbul: Doğan Kitap

Daron Acemoğlu ve James Robinson (2012). Why Nations Fail. The Origins of Power, Prosperity and Poverty. New York: Crown. https://www.researchgate.net/publication/312544228_Why_Nations_Fail_by_Daron_Acemoglu_and_James_Robinson

Daron Acemoğlu ve Pascual Restrepo (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. Journal of Political Economy, 2020, 128 (6). https://shapingwork.mit.edu/wp-content/uploads/2023/10/Robots-and-Jobs-Evidence-from-US-Labor-Markets.p.pdf

Dastin, Jeffrey (2018) Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. Rueters, 11 Ekim 2018. https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG

DavaSonuç. (2024). DavaSonuç – Yargı kararlarını önceden tahmin edin. https://davasonuc.com

D'Costa, K. (2025) How AI can help cities prepare for natural disasters. Time. Mayıs, https://time.com/7171445/ai-natural-disaster-cities

DCVC. (2017). John Deere, Blue River Technology'i 305 Milyon Dolara Satın Alarak Tarımda Tam Yığın Yapay Zekâ Getirdi (John Deere acquires Blue River Technology for $305 million, bringing full-stack AI to agriculture) https://www.dcvc.com/news-insights/john-deere-acquires-blue-river-technology-for-305-million-bringing-full-stack-ai-to-agriculture

De Vrieze, F. How parliaments can harness the benefits of AI democratically. Ağustos, 2024. Westminster Foundation for Democracy. https://www.wfd.org/commentary/how-parliaments-can-harness-benefits-ai-democratically

Declaration on Government Access to Personal Data Held by Private Sector Entities. https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0487

Delfino, J. (2023). AI-driven research and development: A paradigm shift in innovation. R ve D World. https://www.rdworldonline.com/ai-driven-research-and-development-a-paradigm-shift-in-innovation

Deloitte AI Institute. (2024). The State of Generative AI in the Enterprise: Now decides next. Deloitte. https://www.deloitte.com/us/en/what-we-do/capabilities/applied-artificial-intelligence/content/state-of-generative-ai-in-enterprise.html

Demir, Remzi, Yapay Zeka İmalatçısının Ürün Sorumluluğu, 2023

DENEYAP Türkiye, https://www.deneyap.org/tr

Denizli Milletvekili Sema Silkin Ün tarafından Komisyona sunulan 30.05.2025 tarihli ve 1638085 sayılı yazı

DHA. (2023, 27 Mayıs). Tümör tespit eden 'yapay zekâ algoritması'na yurt dışından talep. DHA. https://www.dha.com.tr/saglik-yasam/tumor-tespit-eden-yapay-zeka-algoritmasina-yurt-disindan-talep-2257366

Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı tarafından Komisyona sunulan 02.06.2025 tarihli ve 1638867 sayılı cevabi yazı

Dışişleri Bakanlığı, "Avrupa Konseyi", https://www.mfa.gov.tr/avrupa-konseyi_.tr.mfa

DigiChina, "Translation: Data Security Law of the People's Republic of China (Effective Sept. 1, 2021)", https://digichina.stanford.edu/work/translation-data-security-law-of-the-peoples-republic-of-china

Digital Eye for Mammography Toolkit and Benchmark. https://github.com/cbddobvyz/digitaleye-mammography

Dijital Dönüşüm Ofisi meme kanserinin teşhisi için yapay zeka modellerini hizmete açtı. https://www.aa.com.tr/tr/saglik/dijital-donusum-ofisi-meme-kanserinin-teshisi-icin-yapay-zeka-modellerini-hizmete-acti/3158820

Dijital Dönüşüm Ofisi, Türkiye Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025, https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf

Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi (DDYM). https://cbddo.gov.tr/projeler/ddym

Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi ikinci dönem eğitimlerine başladı. https://www.trthaber.com/haber/bilim-teknoloji/dijital-donusum-yetenek-merkezi-ikinci-donem-egitimlerine-basladi-869707.html

Dijital Dönüşüm Yetenek Merkezi öğrencileri sertifikalarını aldı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/dijital-donusum-yetenek-merkezi-ogrencileri-sertifikalarini-aldi/3328567

Dijital Genç Yapay Zekâ Ekosistemi. https://cbddo.gov.tr/projeler/dijital-genc

Ding, Frances et al., *Retiring Adult: New Datasets for Fair Machine Learning* (NeurIPS '21, 2021)

Diplo. AI and diplomacy. https://www.diplomacy.edu/topics/ai-and-diplomacy

DiploFoundation. (2025) AI diplomacy: Geo-politics, topics and tools in 2025. Diplomacy.edu. https://www.diplomacy.edu/topics/ai-and-diplomacy

Directive (EU) 2019/1024 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on open data and the re-use of public sector information (recast), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L1024

Directive (EU) 2024/2853 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on liability for defective products and repealing Council Directive 85/374/EEC, https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj/eng

Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31995L0046

Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608

DSA Regulation (EU) 2022/2065, Madde 34(1) Yıllık sistemik risk değerlendirmesi

Dsouza, Mark , "Don't Panic Artificial Intelligence and Criminal Law", *Artificial Intelligence and the Law: Cybercrime and Criminal Liability* (Editör: Baker, Dennis J. ve Robinson, Paul H.), Routledge, New York, 2021, ss. 249-252

Duda, R. O., & Hart, P. E. (1973). Pattern Classification and Scene Analysis. Wiley

Durkin, J. (1994). Expert systems: Design and development. Macmillan

Dutton, G. (2024). Looking forward: How AI-powered integrated data analytics could strengthen LIMS. Lab Manager. https://www.labmanager.com/looking-forward-how-ai-powered-integrated-data-analytics-could-strengthen-lims-33331

Dünya Ekonomik Forumu. (2024, 10 Ocak). Küresel Riskler Raporu 2024 – Basın Bülteni (Global Risks Report 2024 – Press Release). https://www.weforum.org

Dünya Ekonomik Forumu. (2025, Ocak). Yapay zekâ çağında benzersiz insan becerilerini nasıl öne çıkarabiliriz (*How we can elevate uniquely human skills in the age of AI*) (Stratton, J.). https://www.weforum.org/stories/2025/01/elevating-uniquely-human-skills-in-the-age-of-ai

Dünyada ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu. https://www.setav.org/etkinlikler/dunyada-ve-turkiyede-acik-devlet-verisi-sempozyumu

E. F. Caicedo B and J. A. López S, Una aproximación práctica a las redes neuronales artificiales. 2009. doi: 10.25100/peu.64

Edge Delta. (2024). Break Down the Figures: What Percentage of Companies Invest in Big Data? Ideas. https://edgedelta.com/company/blog/what-percentage-of-company-invest-in-big-data

Ehtesham, M., Qureshi, F., & Abid, M. (2025). Communication Protocols for Multi-Agent LLM Systems: A Comprehensive Survey on MCP, ACP, A2A, and ANP

Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Teşkilatı *(The Organization for Economic Cooperation and Development - OECD)*

Elektronik Ticaret Aracı Hizmet Sağlayıcı ve Elektronik Ticaret Hizmet Sağlayıcılar Hakkında Yönetmelik (RG: 32058 T: 29.12.2022)

Ellamey, Yasser ve Elwakad, Amr, "The criminal responsibility of artificial intelligence systems: A prospective analytical study", *Corporate Law and Governance Review, C.* 5, 2023

Enterprise AI Today. (2025). AI in Government Services Cuts Spending, Boosts Efficiency. https://www.virtasant.com/ai-today/ai-in-government-services-efficiency

Eren, Fikret, Borçlar Hukuku Genel Hükümler, 2020

Ereş, F. (2005). 'Eğitimin Sosyal Faydaları: Türkiye-AB Karşılaştırması'. Milli Eğitim Dergisi 33 (167). https://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/Milli_Egitim_Dergisi/167/index3-eres.htm

Ersoy, Çiçek, "Veri Koruma Hukukunun Temel Prensipleri ve Yapay Zekâ Uygulamaları Açısından Değerlendirilmesi", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Estonian Government. (2024) Estonia ranks high in the UN e-government survey. Invest in Estonia. https://investinestonia.com/estonia-ranks-high-in-the-un-e-government-survey

Ethics Guidelines for Trustworthy AI, European Commission, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai

European Commission (2024). AI Act. The EU Artificial Intelligence Act Regulation (Eu) 2024/1689 of The European Parliament and of The Council. Official Journal of the European Union https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai

European Commission, "Annexes to the Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions", 11.02.2025, https://commission.europa.eu/document/download/7617998c-86e6-4a74-b33c-249e8a7938cd_en?filename=COM_2025_45_1_annexes_EN.pdf

European Commission, "Commission presents template for General-Purpose AI model providers to summarise the data used to train their model", 24.07.2025, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-presents-template-general-purpose-ai-model-providers-summarise-data-used-train-their

European Commission, “European Data Strategy”, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en

European Commission, “European legislation on open data”, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/legislation-open-data#:~:text=The%20Open%20Data%20Directive%20requires,be%20provided%20free%20of%20charge

European Commission, “Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Adapting Non-Contractual Civil Liability Rules to Artificial Intelligence (AI Liability Directive)”, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0496

European Commission, “Report on the Safety and Liability Implications of Artificial Intelligence, the Internet of Things and Robotics”, 19.02.2020, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0064

European Commission, “The AI Continent Action Plan”, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ai-continent-action-plan

European Commission, “The General-Purpose AI Code of Practice”, 10.07.2025, https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/contents-code-gpai

European Commission, *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* (8 Nisan 2019)

European Commission, High-Level Expert Group on AI (2019). *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*

European Commission, White Paper on Artificial Intelligence – A European Approach to Excellence and Trust (19 Şubat 2020),https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf

European Commission. (2020). A European Strategy for Data. Brussels: European Union Publications

European Commission. (2022) Moving towards a new European Collaborative Cloud for Cultural Heritage. Culture & Creativity – European Commission. Temmuz. https://culture.ec.europa.eu/news/moving-towards-a-new-european-collaborative-cloud-for-cultural-heritage

European Commission. (2023). The European Data Strategy. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en

European Commission. (2024). AI Act | Avrupa’nın Dijital Geleceğini Şekillendirmek (AI Act | Shaping Europe's digital future) https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai

European Commission. (2024). Artificial Intelligence Act: Harmonised rules on AI. Brussels

European Commission. (2025) GenAI4EU: Funding opportunities to boost Generative AI “made in Europe” [Policy profile]. Shaping Europe’s Digital Future. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/genai4eu

European Data Protection Board, Letter to MEP Sophie in ’t Veld on Algorithmic Decision-Making, Ref. OUT2020-0004 (29 Ocak 2020), https://www.edpb.europa.eu/sites/default/files/files/file1/edpb_letter_out2020_0004_intveldalgorithms_en.pdf

European Data Protection Supervisor (EDPS), TechDispatch #1/2025: Federated Learning (10 Haziran 2025), https://www.edps.europa.eu/data-protection/our-work/publications/techdispatch/2025-06-10-techdispatch-12025-federated-learning_en

European Data Protection Supervisor, “Data Protection”, https://www.edps.europa.eu/data-protection/data-protection_en

European Parliament (2023), EU Chips Act: Strategic Autonomy and Semiconductors

European Parliament, (2025) *Critical Approach to EU law-making: French Senate's report on EU legislation* (Policy Department for Justice, Civil Liberties and Institutional Affairs)

European Parliament, "European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL))", 2017, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html

European Union - EUR-Lex, "Summaries of EU legislation – Open data and the reuse of public-sector information", https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/open-data-and-the-reuse-of-public-sector-information.html

E-vam. https://evam.tuik.gov.tr

EvolveChat Yapay Zekâ Teknolojileri A.Ş. (2024). HukukChat – Yapay Zekâ Destekli Hukuk Platformu. TOBB Akıllı KOBİ. https://akillikobi.org.tr/urun/hukukchat

FAIR (2017). Quantitative Information Risk Management. Spokane, WA: The FAIRInstitute. Available at:http://www.fairinstitute.org

Fair Trials. (2022). *Bilgi Edinme Başvurusu, Durham Polisinin Kusurlu Tahmine Dayalı Yapay Zeka Aracı Tarafından Profillenen 12.000'den Fazla Kişiyi Ortaya Çıkardı* (FOI reveals over 12,000 people profiled by flawed Durham police predictive AI tool). https://www.fairtrials.org/articles/news/foi-reveals-over-12000-people-profiled-by-flawed-durham-police-predictive-ai-tool

Faist Group. (2024). How artificial intelligence can improve energy efficiency. https://www.faistgroup.com/news/how-artificial-intelligence-can-improve-energy-efficiency

Fan, J., Yan, Q., Li, M., Qu, G., & Xiao, Y. (2022, July). A survey on data poisoning attacks and defenses. In 2022 7th IEEE International Conference on Data Science in Cyberspace (DSC). IEEE

FAO, 2024. Artificial Intelligence: the Next Frontier in Agrifood Systems Transformation. https://www.fao.org/brussels/news/news-detail/artificial-intelligence--the-next-frontier-in-agrifood-systems-transformation/en

Fatemi, F. (2019). 3 Ways Artificial Intelligence Is Transforming Business Operations. Forbes. https://www.forbes.com/sites/falonfatemi/2019/05/29/3-ways-artificial-intelligence-is-transforming-business-operations/?sh=5c4d06616036

FDA, Artificial Intelligence and Machine Learning in Software as a Medical Device (bilgilendirme belgesi, n.d.)

Federal Authority for Government Human Resources. (2024) Launching the second edition of "Jahiz" platform enhanced with AI technologies and specialized skills. Mayıs. https://www.fahr.gov.ae/en/news/launching-the-second-edition-of-jahiz-platform-enhanced-with-ai-technologies-and-specialized-skills

Federal Register, "Initial Rescissions of Harmful Executive Orders and Actions - EO 14148", 20.01.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/01/28/2025-01901/initial-rescissions-of-harmful-executive-orders-and-actions

Federal Register, "Maintaining American Leadership in Artificial Intelligence - EO 13859", 11.02.2019 https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence

Federal Register, "Promoting the Use of Trustworthy Artificial Intelligence in the Federal Government - EO 13960], 03.12.2020, https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/08/2020-27065/promoting-the-use-of-trustworthy-artificial-intelligence-in-the-federal-government

Federal Register, "Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence - EO 14179", 23.01.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/01/31/2025-02172/removing-barriers-to-american-leadership-in-artificial-intelligence

Federal Register, "Request for Information on the Development of an Artificial Intelligence (AI) Action Plan," 06.02.2025, https://www.federalregister.gov/documents/2025/02/06/2025-02305/request-for-information-on-the-development-of-an-artificial-intelligence-ai-action-plan

Federal Register, "Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence - EO 14110", 30.10.2023, https://www.federalregister.gov/documents/2023/11/01/2023-24283/safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence

Federal Ticaret Komisyonu. (2025). *FTC, DoNotPay ile Yanıltıcı 'Yapay Zeka Avukat' İddialarını Yasaklayan Kararı Kesinleştirdi* (FTC Finalizes Order with DoNotPay That Prohibits Deceptive 'AI Lawyer' Claims). https://www.ftc.gov/legal-library/browse/cases-proceedings/donotpay

Federal Trade Commission, "Rite Aid Banned from Using AI Facial Recognition After FTC Says Retailer Deployed Technology without Reasonable Safeguards", 19.12.2023, https://www.ftc.gov/news-events/news/press-releases/2023/12/rite-aid-banned-using-ai-facial-recognition-after-ftc-says-retailer-deployed-technology-without

Feinberg School of Medicine, Northwestern University. (2025). New AI transforms radiology with speed, accuracy never seen before. https://news.feinberg.northwestern.edu/2025/06/05/new-ai-transforms-radiology-with-speed-accuracy-never-seen-before

Feinberg School of Medicine, Northwestern University. (2025, June 5). New AI transforms radiology with speed, accuracy never seen before. https://news.feinberg.northwestern.edu/2025/06/05/new-ai-transforms-radiology-with-speed-accuracy-never-seen-before

Feldman, R., & Sanger, J. (2007). The Text Mining Handbook. Cambridge University Press

Ferrara, E. (2023). Fairness and bias in artificial intelligence: A brief survey of sources, impacts, and mitigation strategies. Sci, 6(1)

Feynman, R. P. (1982). Simulating physics with computers. International Journal of Theoretical Physics, 21(6/7), 467–488

Finn, C., vd. (2017). "Model-agnostic meta-learning for fast adaptation of deep networks." ICML

Fitsilis, F., von Lucke, J., De Vrieze, F. vd. (2024) *Guidelines for AI in parliaments*. Westminster Foundation for Democracy

Flanders Innovation & Entrepreneurship. Speech technology for the reporting of the Flemish parliament. https://www.vlaio.be/en/vlaio-network/programme-innovation-procurement-pip/speech-technology-reporting-flemish-parliament#:%7E:text=In%20order%20to%20improve%20the,people%20can%20follow%20the%20live

Flatt, K. (2024). AI efficiency: Cost reduction with AI. InData Labs. https://indatalabs.com/blog/ai-cost-reduction

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906–911

Flo. (2025) Teamlab Supernature in Macau: Everything You Need to Know for Your Visit. Ocak. https://www.yogawinetravel.com/teamlab-macau

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M. et al. AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. Minds & Machines 28, 689–707 (2018). https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Schafer, B. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, 28(4), 689–707

Focus Care. Top 8 new assistive technologies for 2024. Focus Care. Haziran 2024. https://focuscare.com.au/blog/5-new-assistive-technologies-for-2024

Forrest, F. (2025) How AI and machine learning are transforming drug discovery. Pharmaceutical Technology. https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/how-ai-and-machine-learning-are-transforming-drug-discovery

Forrest, F. (2025, 26 Haziran). How AI and machine learning are transforming drug discovery. Pharmaceutical Technology. https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/how-ai-and-machine-learning-are-transforming-drug-discovery

Foundation for Food & Agriculture Research. (2024). Yapay Zekâ ve Süperbilgisayarlar Bireysel Çiftliklerin Sera Gazı Emisyonlarını Ölçebiliyor (AI & supercomputing can quantify greenhouse gas emissions from individual farms)

https://foundationfar.org/impact/breakthroughs/new-study-shows-ai-supercomputing-can-quantify-greenhouse-gas-emissions-from-individual-farms

Fredrikson, M., Jha, S., & Ristenpart, T. (2015, October). Model inversion attacks that exploit confidence information and basic countermeasures. In Proceedings of the 22nd ACM SIGSAC conference on computer and communications security

Fresh Consulting. (2024). Tarımda Robotlar: Çiftçiliğin Geleceğini Dönüştürmek (Robots in agriculture: Transforming the future of farming) https://www.freshconsulting.com/insights/blog/robots-in-agriculture-transforming-the-future-of-farming

Friederici, A. D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. Physiological Reviews, 91(4), 1357–1392

Friedman, B., & Hendry, D. G. (2019). Value Sensitive Design: Shaping Technology with Moral Imagination. MIT Press

Friedman, B., & Kahn, P. H. (1992). İnsan Ajansı ve Sorumlu Bilişim: Bilgisayar Sistemi Tasarımı İçin Çıkarımlar (Human agency and responsible computing: Implications for computer system design). Journal of Systems and Software, 17(1), 7–14. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016412129290075U?via%3Dihub

Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. Annals of Statistics, 29(5), 1189–1232

Friedman, S. (2024) Defense budget forces tough compute decisions as AI evolves. GovCIO Media & Research. https://govciomedia.com/defense-budget-forces-tough-compute-decisions-as-ai-evolves

FTC'nin YZ ile ilgili olarak yürüttüğü soruşturmaların güncel listesine şu adresten ulaşılabilmektedir: https://www.ftc.gov/industry/technology/artificial-intelligence

Fu, Y., Shi, K., & Xi, L. (2025) Artificial intelligence and machine learning in the preservation and innovation of intangible cultural heritage: Ethical considerations and design frameworks. Digital Scholarship in the Humanities, 40(2), 487–508. Mayıs. https://doi.org/10.1093/llc/fqaf034

Fuster, Gloria Gonzalez, The Emergence of Personal Data Protection as a Fundamental Right of the EU, Springer, Switzerland, 2014

Future Farming. (2024). 2024'ün En Çok Okunan 5 Field Robotu Makalesi (2024 top 5: Most read articles on field robots) https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/field-robots/2024-top-5-most-read-articles-on-field-robots

G. A. Patterson J, Deep learning: a practitioner's approach, O'Reilly M. 2017

G. Bharathi Mohan, R. Prasanna Kumar, S. Parathasarathy, S. Aravind, K. B. Hanish, and G. Pavithria, "Text Summarization for Big Data Analytics: A Comprehensive Review of GPT 2 and BERT Approaches," Internet of Things, vol. Part F1443, pp. 247–264, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-33808-3_14

Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. ACM computing surveys (CSUR), 46(4), 1-37

Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books

Gartner, Inc. (2024) Gartner identifies the top 10 strategic technology trends for 2025 [Basın bülteni]. Gartner. Ekim. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-10-21-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2025

Gayretli Aydın, Seda, Yapay Zekanın Ürün Sorumluluğu, 2024

Gazi Hastanesinde Türk Beyin Projesi kapsamında uygulanan yapay zeka ile tedavi süreci hızlandı. https://www.youtube.com/watch?v=UsagN1Lp-pg

Gazi Üniversitesi. (2020). Türkiye'de bir ilk: Türk Beyin Projesi Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Gazi Üniversitesi iş birliği ile hayata geçirildi.

https://mf.gazi.edu.tr/view/news/255338/turkiye-de-bir-ilk-turk-beyin-projesi-cumhurbaskanligi-dijital-donusum-ofisi-ve-gazi-universitesi-i

GDPR (General Data Protection Regulation). (2016). Regulation (EU) 2016/679. Official Journal of the European Union

Genelge 2023/13: Kamuda Açık Kaynak Kodlu Yazılım Kullanımı. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/07/20230729-34.pdf

Gergely Toth ve Cecília Szigeti (2016). The historical ecological footprint: From over-population to over-consumption. Ecological Indicators 60, 283-291. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X1500374X

German Marshall Fund. (2023). Yapay zekâda güven krizini önlemek (*Averting a crisis of confidence in artificial intelligence*) (Edelman, R. D.). https://www.gmfus.org/news/averting-crisis-confidence-artificial-intelligence

Géron, A. (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. O'Reilly

Getoor, L., & Taskar, B. (Eds.). (2007). Introduction to Statistical Relational Learning. MIT Press

Getz, K. (2025, 11 Haziran). New insights on the impact of AI-enabled solutions. Applied Clinical Trials, 34(3). https://www.appliedclinicaltrialsonline.com/view/new-insights-on-the-impact-of-ai-enabled-solutions

GIP Digital Watch. (2023) Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI). https://dig.watch/actor/global-partnership-on-artificial-intelligence

Giggs, Troy ve Wakabayashi, Daisuke, "How a Self-Driving Uber Killed a Pedestrian in Arizona", The New York Times, 21.03.2018, https://www.nytimes.com/interactive/2018/03/20/us/self-driving-uber-pedestrian-killed.html

Global AI Law and Policy Tracker, IAPP (Kasım 2024) https://iapp.org/resources/article/global-ai-legislation-tracker/

Global Market Insights. (2025). Tarımda Yapay Zekâ Pazar Büyüklüğü ve Pazar Payı, 2025–2034 Büyüme Raporu (AI in agriculture market size & share, growth report 2025-2034) https://www.gminsights.com/industry-analysis/ai-in-agriculture-market

Goertzel, B., & Pennachin, C. (2007). Artificial General Intelligence. Springer

Goldberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison-Wesley

Goldman Sachs. (2023). Generative AI Could Raise Global GDP by 7 Percent. Goldman Sachs. https://www.goldmansachs.com/insights/articles/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent

Goldstein, E. B. (2015). Cognitive psychology: Connecting mind, research and everyday experience (4th ed.). Cengage Learning

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press

Google LLC, Resmî blog duyurusu "Enabling Developers and Organizations to Use Differential Privacy" (9 Eylül 2019), https://opensource.googleblog.com/2019/09/enabling-developers-and-organizations-to-use-differential-privacy.html

Government of Canada. (2024) Securing Canada's AI advantage. Prime Minister of Canada. https://www.pm.gc.ca/en/news/news-releases/2024/04/07/securing-canadas-ai

Government of Japan. Hiroshima AI Process. https://www.japan.go.jp/kizuna/2024/02/hiroshima_ai_process.html

GPAI 2022 Ministers' Declaration. https://www.gpai.ai/events/tokyo-2022/ministerial-declaration

Grand View Research. (2024) AI in mental health market size, share & trends analysis report by offering (software, services), by technology (ML, NLP), by disorder, by region, and segment forecasts, 2024-2030 (Report No. GVR-4-68040-327-3). https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ai-mental-health-market-report

GSMA. (2019) *Utilising real-time mobile analytics to inform emergency disaster response in Turkey* [Case study]. GSMA. s.3

Gubbi, J. et al. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems

Guo, B., Liu, C., Zhang, H., & Li, Z. (2024). Towards Collective Intelligence via Multi-Agent Collaboration in LLM-based Agents. arXiv preprint [arXiv:2403.07963]

Gupta, S., Gupta, A., Virmani, N., ve Singh, M., (2024). Artificial Intelligence in Healthcare Supply Chain Management: A Bibliometric Analysis: Subtitle as needed (AI in Healthcare Supply Chain). 2024 10th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 1, https://doi.org/10.1109/ICACCS60874.2024.10717239

Guttag, John, A Framework for Understanding Sources of Harm throughout the Machine Learning Life Cycle (EAAMO '21, 5-9 Ekim 2021), https://dl.acm.org/doi/10.1145/3465416.3483305

Güçlütürk, "*Verinin Kullanımı"*

Güçlütürk, Osman Gazi ve Cankat, Rifat, "Yapay Zekâ ile Oluşturulan Ürünlerin Eser Niteliği ve Eser Sahipliği Meselesi", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020

Güçlütürk, Osman Gazi ve Kadıoğlu, Yasin Murat, "Yapay Zekâ ve Regülasyon", Gelişen Teknolojiler ve Hukuk II: Yapay Zekâ (Editör: Aksoy Retornaz, Eylem ve Güçlütürk Osman Gazi), 2020

Güçlütürk, Osman Gazi, "Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Güçlütürk, Osman Gazi, "Yapay zekâ statükocu mu?: ChatGPT'de cevaplar neye göre değişiyor?", Anadolu Ajansı Analiz, 22.12.2024, https://www.aa.com.tr/tr/analiz/yapay-zeka-statukocu-mu-chatgptde-cevaplar-neye-gore-degisiyor/3431367

Güçlütürk, Osman Gazi, Yapay Zeka ve Verinin Kullanımı, 2022

Gültekin, M., & Şahin, M. (2024) The use of artificial intelligence in mental health services in Turkey: What do mental health professionals think? Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace, 18(1), Article 6. https://doi.org/10.5817/CP2024-1-6, s.11

H. Dong, K. Song, Y. He, J. Xu, Y. Yan, and Q. Meng, "PGA-Net: Pyramid Feature Fusion and Global Context Attention Network for Automated Surface Defect Detection," IEEE Trans Industr Inform, vol. 16, no. 12, pp. 7448–7458, Dec. 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2958826

H. Rehana et al., "Evaluation of GPT and BERT-based models on identifying proteinprotein interactions in biomedical text," ArXiv, p. arXiv:2303.17728v2, Dec. 2023

H. Üzen, M. Turkoglu, M. Aslan, and D. Hanbay, "Depth-wise Squeeze and Excitation Block-based Efficient-Unet model for surface defect detection," The Visual Computer 2022, pp. 1–20, Mar. 2022, doi: 10.1007/S00371-022-02442-0

H. Üzen, M. Türkoğlu, B. Yanikoglu, and D. Hanbay, "Swin-MFINet: Swin transformer based multi-feature integration network for detection of pixel-level surface defects," Expert Syst Appl, vol. 209, p. 118269, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.ESWA.2022.118269

H.R.1 - One Big Beautiful Bill Act, 2025, https://www.congress.gov/bill/119th-congress/house-bill/1/text/pcs

H.R.4174 - Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2018, 2018, https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/4174

Ha SM, Lee JM, Jang MJ, Kim HK, Chang JM. (2025) Breast Cancer Detection with Standalone AI versus Radiologist Interpretation of Unilateral Surveillance Mammography after Mastectomy. Radiology. Apr

Hall, J. (2024). Can AI enhance MRI detection of amyloid-related abnormalities in patients with Alzheimer's disease? Diagnostic Imaging. https://www.diagnosticimaging.com/view/ai-mri-detection-amyloid-related-abnormalities-patients-alzheimer-s-disease

Hamer, C. (2024) Case Study: AI implementation in the Government of Estonia [Report]. Public Sector Network. Ekim. https://publicsectornetwork.com/insight/case-study-ai-implementation-in-the-government-of-estonia

Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. Elsevier

Hangül, H. (2024). Yapay zekâ mühendisleri karaborsa. Dünya Gazetesi. https://www.dunya.com/sektorler/teknoloji/yapay-zeka-muhendisleri-karaborsa-haberi-719805

Hankins, E. (2024) AI for climate change: Managing floods using AI early warning systems. Oxford Insights. Mayıs. https://oxfordinsights.com/insights/ai-for-climate-change-managing-floods-using-ai-early-warning-systems

Harris, M. (2022) Assessing US congressional AI adoption. Kasım. POPVOX. https://www.popvox.org/blog/assessing-us-congressional-ai-adoption

Harrow, A. W., Hassidim, A., & Lloyd, S. (2009). Quantum algorithm for linear systems of equations. Physical Review Letters, 103(15), 150502

Harvard ALI Social Impact Review. (2024). Küçük Ölçekli Çiftçileri Güçlendirmek İçin Yapay Zekânın Kullanımı: Dijital Uçurumu Kapatmak (Harnessing AI to empower smallholder farmers: Bridging the digital divide for sustainable growth) https://www.sir.advancedleadership.harvard.edu/articles/harnessing-ai-empower-smallholder-farmers-bridging-digital-divide-sustainable-growth

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning (2nd ed.). Springer

Haykin, S. (2009). Neural Networks and Learning Machines (3rd ed.). Pearson

Hazine ve Maliye Bakanlığı, https://hmb.gov.tr

Hazine ve Maliye Bakanlığı. (2024). Yapay Zekâ Destekli Muhasebe ve İleri Analitik Projesi'ni Hayata Geçiriyoruz. Muhasebat Genel Müdürlüğü. https://muhasebat.hmb.gov.tr/haberler/yapay-zeka-destekli-muhasebe-ve-ileri-analitik-projesini-hayata-geciriyoruz

Hebb, D. O. (1949). The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. Wiley

Heikkilä, M. (2023) How AI is actually helpful in a disaster response. MIT Technology Review. Şubat. https://www.technologyreview.com/2023/02/20/1068824/ai-actually-helpful-disaster-response-turkey-syria-earthquake

Hevi.ai. https://hevi.ai

High-Level Expert Group on AI - HLEG

Hirsch, Ernst, Hukuki Bakımdan Fikri Say C. II, 1943

Hoff, K. A., & Bashir, M. (2015). Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust. Human Factors, 57(3), 407–434

Holmstrom, A. (2023) Who is Emma? Using chatbots in immigration services. Application, Ethics, and Governance of AI. Mart. https://aegai.nd.edu/latest/who-is-emma-using-chatbots-in-immigration-services

Hoogenboom, A. (2022) Dutch Childcare Allowance Scandal: The importance of investigation powers. Equinet. Kasım. https://equineteurope.org/netherlands-institute-for-human-rights-role-in-the-investigation-of-the-childcare-allowance-scandal

Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things: Building a Business When There Are No Easy Answers. New York: HarperBusiness

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied Logistic Regression (3rd ed.). Wiley

House of Lords Library. (2022) Arts and creative industries: The case for a strategy. UK Parliament. Aralık. https://lordslibrary.parliament.uk/arts-and-creative-industries-the-case-for-a-strategy

https://arxiv.org/pdf/2004.06660

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence

https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report

https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report

https://hai.stanford.edu/assets/files/hai_ai_index_report_2025.pdf

https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449

https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/nist.ai.100-1.pdf

https://trellis.net/article/amazon-google-meta-and-microsoft-go-nuclear/

https://turkiye.ai/

https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025

https://www.ibm.com/think/topics/data-poisoning

https://www.iso.org/standard/77304.html

https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework

https://www.oecd.org/en/publications/oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems_cb6d9eca-en.html

https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/03/20250328-11.pdf

https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/10/20251030M1-1.pdf

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf

https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/removing-barriers-to-american-leadership-in-artificial-intelligence/

Huang, H-Y., et al. (2022). Quantum advantage in learning from experiments. Science, 376(6598), 1182-1186

Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D Graphics Environment. Computing in Science & Engineering

Hussan, M. (2024) AI-powered solutions: Transforming disaster response. LinkedIn. Ocak. https://www.linkedin.com/pulse/ai-powered-solutions-transforming-disaster-response-317cf

I. D. Mienye, T. G. Swart, and G. Obaido, "Recurrent Neural Networks: A Comprehensive Review of Architectures, Variants, and Applications," Information, vol. 15, no. 9, Aug. 2024, doi: 10.3390/INFO15090517

I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, Deep Learning. MIT Press, 2016. [Online]. Available: https://www.deeplearningbook.org/

I. Malashin, V. Tynchenko, A. Gantimurov, V. Nelyub, and A. Borodulin, "Applications of Long Short-Term Memory (LSTM) Networks in Polymeric Sciences: A Review," Polymers (Basel), vol. 16, no. 18, Sep. 2024, doi: 10.3390/POLYM16182607

IBM (2024). The future of AI and energy efficiency. https://www.ibm.com/think/insights/future-ai-energy-efficiency

IBM, AI Risk Atlas, https://www.ibm.com/docs/en/watsonx/saas?topic=ai-risk-atlas

IBM. (2023). iFarming Vaka İncelemesi (iFarming case study) https://www.ibm.com/case-studies/ifarming-watson-cloud

IBM. (2024). New IBM Study Data Reveals 74% of Energy & Utility Companies Surveyed Embracing AI. https://newsroom.ibm.com/2024-02-26-New-IBM-Study-Data-Reveals-74-of-Energy-Utility-Companies-Surveyed-Embracing-AI

IEA (2024). World Energy Outlook 2024. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024

IEA (2025). Energy and AI, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/energy-and-ai

Imarc. (2024). AI in Agriculture Market Size, Share, Trends and Forecast by Offering, Technology, Application, and Region, 2025-2033. https://www.imarcgroup.com/ai-in-agriculture-market

Implement Consulting Group. (2024). YZ'nin Türkiye'deki Ekonomik Potansiyeli Raporu. https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/%C3%9Cretken-

yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99deki-ekonomik-potansiyeli/Yapay-zekan%C4%B1n-T%C3%BCrkiye%E2%80%99-deki-ekonomik-potansiyeli.pdf

Independent High-Level Expert Group On Artificial Intelligence Set Up By The European Commission, Ethics Guidelines For Trustworthy AI, s.18

IndiaAI. (2025). 2025'te Tarımda Yapay Zekâ: Hint Çiftliklerini Sürdürülebilir Gelecek İçin Dönüştürmek (AI in agriculture in 2025: Transforming Indian farms for a sustainable future) https://indiaai.gov.in/article/ai-in-agriculture-in-2025-transforming-indian-farms-for-a-sustainable-future

Infocomm Media Development Authority (IMDA). (2021). Singapore's National Data Strategy

Information Commissioner's Office (ICO), "Anonymisation, How do we ensure anonymisation is effective?",https://ico.org.uk/for-organisations/uk-gdpr-guidance-and-resources/data-sharing/anonymisation/how-do-we-ensure-anonymisation-is-effective

Information Commissioner's Office (ICO), How should we assess security and data minimisation in AI?,https://ico.org.uk/for-organisations/uk-gdpr-guidance-and-resources/artificial-intelligence/guidance-on-ai-and-data-protection/how-should-we-assess-security-and-data-minimisation-in-ai

Institute of Communication and Public Policy. (2025). The use of generative AI for science of science and higher education studies: A scientific workshop at the Università della Svizzera italiana. Università della Svizzera italiana. https://www.icpp.usi.ch/en/events-news/the-use-of-generative-ai-for-science-of-science-an-39543

Interagency Taskforce on Mental Health and Well-being. (2023) National mental health and well-being strategy. Ministry of Health, Singapore. https://www.moh.gov.sg/docs/librariesprovider5/default-document-library/national-mental-health-and-well-being-strategy-report.pdf

International Telecommunications Union, "AI for Good", https://aiforgood.itu.int

International Telecommunications Union, AI for Good Global Summit 2025 Programme, https://aiforgood.itu.int/summit25/programme

Inter-Parliamentary Union. (2022) How AI helps Italian Senate manage amendments. Innovation Tracker. Ekim,. https://www.ipu.org/innovation-tracker/story/how-ai-helps-italian-senate-manage-amendments#:~:text=This%20experimental%20feature%20is%20already,beings%2C%20not%20to%20replace%20them

IPU, "Parliaments and AI: Going Beyond the Buzz", 20.12.2023, https://www.ipu.org/news/news-in-brief/2023-12/parliaments-and-ai-going-beyond-buzz

ISO. (2023). ISO/IEC 42001:2023 – Yapay Zekâ Yönetim Sistemleri (ISO/IEC 42001:2023 - AI management systems) https://www.iso.org/standard/42001

İ. Süer and Z. Müftüoğlu, "Döngüde Etik: Yapay Zekâ Yaşam Döngüsü Yönetişimine Kapsamlı ve Multidisipliner Metodolojik Yaklaşım," *2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, Malatya, Türkiye, 2024, doi: 10.1109/IDAP64064.2024.10710652

İSEDAK 38. Bakanlar Toplantısı Açılış Töreni'nde Dijital Teknolojiler Konuşuldu. https://cbddo.gov.tr/haberler/6538/isedak-38-bakanlar-toplantisi-acilis-toreni-nde-dijital-teknolojiler-konusuldu

İstanbul Bilgi Üniversitesi, İnsan Hakları Hukuku Bilgi Bankası, https://insanhaklarimerkezi.bilgi.edu.tr/tr/content/157-kisisel-verilerin-otomatik-isleme-tabi-tutulmas-karssnda-bireylerin-korunmas-sozlesmesi/#:~:text=T%C3%BCrkiye%20S%C3%B6zle%C5%9Fmeyi%2028%20Ocak%201981,say%C4%B1l%C4%B1%20Resmi%20Gazete'de%20yay%C4%B1mlanm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r.

İstanbul Kalkınma Ajansı. (2025). YZ Teknolojileri Mali Destek Programı. https://www.istka.org.tr/Archive/Content/345bc8ef75ea146c6380b996b1627e4122a23617.pdf

İTÜ Ulusal Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi, https://uhem.itu.edu.tr

J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding,” NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference, vol. 1, pp. 4171–4186, Oct. 2018

J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016

J. Wang, P. Lv, H. Wang, and C. Shi, “SAR-U-Net: Squeeze-and-excitation block and atrous spatial pyramid pooling based residual U-Net for automatic liver segmentation in Computed Tomography,” Comput Methods Programs Biomed, vol. 208, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.CMPB.2021.106268

Jackson, P. (1999). Introduction to Expert Systems (3rd ed.). Addison-Wesley

Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. ACM Computing Surveys, 31(3), 264–323. https://doi.org/10.1145/331499.331504

Jamestown Vakfı. (2024). Çin özelliklerine sahip derin sahte içerikler: Çin Halk Cumhuriyeti'nin 2024’teki etki operasyonları (Deepfakes with Chinese characteristics: PRC influence operations in 2024) (Lin, J.). https://jamestown.org/wp-content/uploads/2024/03/CB-V-24-Issue-7-March-29.pdf?

Joe, B., Park, Y., Hamm, J., Shin, I., & Lee, J. (2022). Exploiting missing value patterns for a backdoor attack on machine learning models of electronic health records: Development and validation study. JMIR Medical Informatics, 10(8), e38440

Jolliffe, I. T. (2002). Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics.

Joy Buolamwini ve Timnit Gebru (2018).Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. Proceedings of Machine Learning Research 81:1–15. https://proceedings.mlr.press/v81/buolamwini18a/buolamwini18a.pdf

JPMorgan Chase. (2017). Annual Technology Innovation Brief. https://www.jpmorganchase.com

Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. Behavioral and Brain Sciences, 30(2), 135–154

Juvare. (2025) Integrating artificial intelligence into crisis management. Juvare. Şubat. https://www.juvare.com/integrating-artificial-intelligence-into-crisis-management

K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, and R. Girshick, "Mask R-CNN," in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision,12 2017, pp. 2961–2969

K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer5 Vision and Pattern Recognition, 2016

K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition,” in 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Jun. 2016, pp. 770–778. doi: 10.1109/CVPR.2016.90

K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition,” in 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, Jun. 2016, pp. 770–778. doi: 10.1109/CVPR.2016.90

Kairouz, P., McMahan, H. B., et al. (2019). Advances and open problems in federated learning

Kak, S. (1995). Quantum neural computing. Advances in Imaging and Electron Physics, 94, 259-313

Kalkınma Bakanlığı, 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı, http://www.sp.gov.tr/upload/xSPTemelBelge/files/uqSFE+2015-2018_Bilgi_Toplumu_Stratejisi_ve_Eylem_Plani.pdf

Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/2018_Yili_Programi.pdf

Kalogiannidis, S., Kalfas, D., Papaevangelou, O., Giannarakis, G., ve Chatzitheodoridis, F. (2024). The role of artificial intelligence technology in predictive risk assessment for business

continuity: A case study of Greece. Ocak. Risks, 12(2), 19. https://doi.org/10.3390/risks12020019. s.4-9

Kamran, R. (2025) 33+ AI statistics in cybersecurity for 2025. AllAboutAI. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/cybersecurity

Kamu Veri Alanı. https://cbddo.gov.tr/projeler/kamu-veri-alani

Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi eğitiminin ilk dönemi tamamlandı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesi-egitiminin-ilk-donemi-tamamlandi/3509501

Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi eğitiminin ilk dönemi tamamlandı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesi-egitiminin-ilk-donemi-tamamlandi/350950

Kamuda Yapay Zeka Dönüşümü Projesi'nin ilk dönemi tamamlandı. https://www.dha.com.tr/gundem/kamuda-yapay-zeka-donusumu-projesinin-ilk-donemi-tamamlandi-2600746

Kamuda yapay zeka dönüşümü. https://www.ntv.com.tr/turkiye/kamuda-yapay-zeka-donusumu,mSFdXDVw6UulopVg5i69gQ

Kanakia, A., Sale, M., Zhao, L., & Zhou, Z. (2025). AI in action: Redefining drug discovery and development. Clinical and Translational Science, 18, e70149. https://doi.org/10.1111/cts.70149 s.1

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2012). Principles of Neural Science

Kangal, Zeynel, *Yapay Zekâ ve Ceza Hukuku*, On İki Levha Yayıncılık, İstanbul, 2021, s. 48, 102

Kanjilal, R., Campelo dos Santos, A. L., Arnab, S. P., DeGiorgio, M., & Assis, R. (2025). Genomic anomaly detection with functional data analysis. Genes, 16(6), 710. https://doi.org/10.3390/genes16060710

Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. Business Horizons

Kaput, M. (2025) New study shows generative AI triples work efficiency. Şubat. Marketing AI Institute. https://www.marketingaiinstitute.com/blog/generative-ai-productivity-study

Kara, İlhan, İmalatçının Ürün Sorumluluğu, 2021

Karaciğer Transplantasyonu Öncesi Karaciğer Sağ-Sol Lob Segmentasyon ve Hacim Ölçümünün Yapay Zekâ ile Modellenmesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/sayisal-goz/karaciger

Karakoç Yusuf, Hukuk - Etik İlişkisi https://hfsa-sempozyum.com/wp-content/uploads/2019/02/HFSA24-Karakoc%CC%A7.pdf

Keboola. (2022). 5 Stats That Show How Data-Driven Organizations Outperform Their Competition. https://www.keboola.com/blog/5-stats-that-show-how-data-driven-organizations-outperform-their-competition

Kemal Gözler, Hukuka Giriş, Ekin Basın Yayın Dağıtım, On Dördüncü Baskı (Ağustos 2017)

Kemell, KK., Vakkuri, V. (2024). What Is the Cost of AI Ethics? Initial Conceptual Framework and Empirical Insights. In: Hyrynsalmi, S., Münch, J., Smolander, K., Melegati, J. (eds) Software Business. ICSOB 2023. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 500. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53227-6_18

Keymakr. (2024). Tarımda Veri Önyargısı: Adalet ve Sürdürülebilirliği Sağlamak (Data bias in AI agriculture: Ensuring fairness & sustainability) https://keymakr.com/blog/data-bias-in-ai-agriculture-ensuring-fairness-and-sustainability

Khan, S., Naseer, M., Hayat, M., et al. (2022). Transformers in Vision: A Survey. ACM Computing Surveys, 54(10), 1–41

Khandabattu, H. (2025) The 2025 Hype Cycle for Artificial Intelligence goes beyond GenAI. Gartner. Temmuz. https://www.gartner.com/en/articles/hype-cycle-for-artificial-intelligence

Khare, A., Penubaka, K. K. R., Chithrakumar, T., Geetha, M., Kamalavalli, D., & Jadhav, A. B. (2025). AI-driven patient flow management in hospitals: Reducing wait times and enhancing care. *Journal of Neonatal Surgery*, *14*(10s), 696–708, s.696

Kırca, Çiğdem, Ürün Sorumluluğu, 2007

Kim, B., Wattenberg, M., Gilmer, J., Cai, C., Wexler, J., Viegas, F., & Sayres, R. (2018). Interpretability Beyond Feature Attribution: Quantitative Testing with Concept Activation Vectors (TCAV). International Conference on Machine Learning (ICML)

Kim, B., Wattenberg, M., Gilmer, J., Cai, C., Wexler, J., Viegas, F., & Sayres, R. (2018). Interpretability beyond feature attribution: Quantitative testing with concept activation vectors (TCAV). ICML

Kimaid, L. (2024) From Paper to Tokens: Transforming Legislative Services in the Chamber of Deputies of Chile. LegisTech Library. Eylül. Bússola Tech. https://library.bussola-tech.co/p/caminar-camara-diputadas-diputados-chile

Kişisel Verileri Koruma Kurumu Çarşamba Seminerleri, Yapay Zekâ Çağında Kişisel Verilerin Korunması https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5355/Carsamba-Seminerleri-Yapay-Zeka-Caginda-Kisisel-Verilerin Korunmasi

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanununun Amacı ve Kapsamı"

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Açık Rıza Rehberi", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/e3c6aa10-9de4-46f8-9b51-71bcf07c09b5.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Aydınlatma Yükümlülüğünün Yerine Getirilmesi Rehberi", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/a569a068-c079-4189-b134-f57bc727af7d.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Biyometrik Verilerin İşlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlara İlişkin Rehber", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/bd06f5f4-e8cc-487e-abe1-d32dc18e2d7e.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Kişisel Veri Güvenliği Rehberi (Teknik ve İdari Tedbirler)", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/7512d0d4-f345-41cb-bc5b-8d5cf125e3a1.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Kişisel Verilerin Korunması Kanununa İlişkin Uygulama Rehberi", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/41784a70-2bac-4e4a-830f-35c628468646.PDF#page=31.25

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Özel Nitelikli Kişisel Verilerin İşlenmesine İlişkin Rehber", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/70f95c73-06a2-44dc-81e9-34201bdd7f5c.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Veri Sorumlusu ve Veri İşleyen", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/31d9c444-27a5-4a75-95b1-1ca9bdb81ea5.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, "Yayınlar-Rehberler", https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/2030/Rehberler

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Deepfake Bilgi Notu, https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5383/Diger-Dokumanlar?&page=1

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Korunması Alanında Uluslararası ve Ulusal Düzenlemeler, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/49712b6d-655c-47e2-8c53-0c51bbef0306.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve Uygulaması, https://kvkk.gov.tr/yayinlar/K%C4%B0%C5%9E%C4%B0SEL%20VER%C4%B0LER%C4%B0N%20KORUNMASI%20KANUNU%20VE%20UYGULAMASI.pdf

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Kişisel Verilerin Silinmesi, Yok Edilmesi veya Anonim Hale Getirilmesi Rehberi, s.25

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Sohbet Robotları Hakkında Bilgi Notu https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/5383/Diger-Dokumanlar?&page=1

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Üretici Yapay Zekâ Çağında Yapay Zekâyı Yeniden Düşünmek, KVKK Bülten, Temmuz 2023 Sayı:1.

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler, Nisan 2025, https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/7048/Yapay-Zeka-Alaninda-Kisisel-Verilerin-Korunmasina-Dair-Tavsiyeler

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış, https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf

Kişisel Verileri Korumu Kurumu, "Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler", https://www.kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/25a1162f-0e61-4a43-98d0-3e7d057ac31a.pdf

Kişisel verilerin korunması hakkındaki mevzuata ilişkin detaylı açıklama ve değerlendirmeler, dördüncü ana başlık altında yer almaktadır

Kişisel Verileri Koruma Kurumu, *Biyometrik Veri Rehberi*

Kitchin, R. (2014). Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. Big Data & Society, 1(1)

Knight, D. R. T., Aakre, C. A., Anstine, C. V., Munipalli, B., Biazar, P., Mitri, G., Valery, J. R., Brigham, T., Niazi, S. K., Perlman, A. I., Halamka, J. D., & Dabrh, A. M. A. (2023). Artificial intelligence for patient scheduling in the real-world health care setting: A metanarrative review. Health Policy and Technology, 12(4), 100824. https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2023.100824

Koller, D., & Friedman, N. (2009). Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques. MIT Press

Komisyon'un Kurulması ve Çalışmalarına İlişkin Tutanaklar, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı

Konya Büyükşehir Yapay Zeka ve Siber Güvenlik Eğitimine Ev Sahipliği Yaptı. https://www.konya.bel.tr/haber/konya-buyuksehir-yapay-zeka-ve-siber-guvenlik-egitimine-ev-sahipligi-yapti

Kordzadeh, N., & Ghasemaghaei, M. (2022). Algorithmic bias: review, synthesis, and future research directions. *European Journal of Information Systems*, *31*(3), 388-409

KOSGEB, https://www.kosgeb.gov.tr/site

Kosmyna, Nataliya ve Hauptmann, Eugene ve Yuan, Ye Tong ve Situ, Jessica ve Liao, Xian-Hao ve Beresnitzky, Ashly Vivian ve Braunstein, Iris ve Maes, Pattie, "Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task", arXiv, 2025, https://arxiv.org/abs/2506.08872

Kölle, M., et al. (2024). A study on optimization techniques for variational quantum circuits in reinforcement learning. Proc. IEEE Int. Conf. on Quantum Software (QSW), 157-167

KPMG International. (2023). The future of life sciences: Pressing issues and critical imperatives that will shape the new model for the industry-The connected life sciences company. KPMG. https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ie/pdf/2024/01/future-of-connected-enterprise-for-life-sciences-2.pdf

KPMG. (2024). Üretken Yapay Zeka ile Finansın Yeni Normali, https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2024/01/uretken-yapay-zeka-ile-finansin-yeni-normali.pdf

Kratid. What is a Bureaucrat? https://www.kratid.ee/burokrati-tutvustus

Krishna, K., Tomar, G. S., Parikh, A. P., Papernot, N., & Iyyer, M. (2019). Thieves on sesame street! model extraction of bert-based apis. arXiv preprint arXiv:1910.12366

Kumar Chebrolu, Dan Ressler ve Hemnabh Varia, Artificial intelligence in health care: Smart use of artificial intelligence in health care, Deloitte Insights, Deloitte Center for Health Solutions,

Ekim, 2020. https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/artificial-intelligence-in-health-care.html

Kumar, A., Gupta, A., ve Raj, U., (2024). New Era of Intelligent Medicine: Future Scope and Challenges. 2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), https://doi.org/10.1109/ICRITO61523.2024.10522148

Kurç, Ç. (2024) Turkey's strategic balancing efforts amid the US–China AI confrontation. Royal United Services Institute. Mart. https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/turkeys-strategic-balancing-efforts-amid-us-china-ai-confrontation

Kurtulan Güner, Gökçe, "Dijital Çağda Ürün Sorumluluğuna İlişkin Bazı Meseleler", Ürün Sorumluluğu - Sorumluluk Hukuku Konferansları - I (Editör: Atamer, Yeşim ve Baysal, Başak), 2022

Küzeci, Elif ve Öğretmen Kotil, Zeynep, "Yapay Zekâ Teknolojilerinde Etik Yaklaşım", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Kwemoi, K., (2025). The Role of Artificial Intelligence in Accelerating Drug Discovery Innovations. Research Invention Journal Of Scientific and Experimental Sciences. https://doi.org/10.59298/rijses/2025/519130

Labiotech. (2024). Yapay Zekâ + CRISPR: Biyoteknolojiyi Yeniden Tanımlayacak Patlayıcı Buluş (AI + CRISPR: The explosive fusion that will redefine biotechnology) https://www.labiotech.eu/in-depth/crispr-ai

Lanewala, M., ve Yauger, T. (2024). 2024 LIMS trends. Biosimilar Development. https://www.biosimilardevelopment.com/doc/2024-lims-trends-0001

Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L., & Angwin, J. (2016). How we analyzed the COMPAS recidivism algorithm. ProPublica. https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm

Lawrence, R., Dodsworth, E., Massou, E., Sherlaw-Johnson, C., Ramsay, A. I. G., Walton, H., O'Regan, T., Gleeson, F., Crellin, N., Herbert, K., Ng, P. L., Elphinstone, H., Mehta, R., Lloyd, J., Halliday, A., Morris, S., & Fulop, N. J. (2025). Artificial intelligence for diagnostics in radiology practice: a rapid systematic scoping review. eClinicalMedicine, 83, 103228. https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2025.103228

Leagle. (2024, Şubat 28). Yapay zekâ ile hukukçuların işini kolaylaştıran girişim Leagle, Hive Founders'a seçildi. Webrazzi. https://webrazzi.com/2024/02/28/leagle-hive-founders-kworks

LeanTaaS. (2023). 5 ways to use AI and automation to optimize hospital staffing. LeanTaaS. https://leantaas.com/blog/5-ways-to-use-ai-and-automation-to-optimize-hospital-staffing

LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015 May 28

Lee, J., Martins, C., & Silva, M. (2025). Confidence Calibration in Transformer Models: A Survey. Nature Machine Intelligence, 7, 58–66

Lee, K., Park, J. ve Yoon, M., (2017). Industry dynamics with diversity in firms' catch-up strategies and demand conditions: a simulation approach. Economics of Innovation and New Technology

Lejeune, Alban & Aziliz, Le Glaz & Perron, Pierre-Antoine vd. (2022) Artificial intelligence and suicide prevention: A systematic review. European Psychiatry. 65. 1-22. 10.1192/j.eurpsy.2022.8. s.1

LexisNexis. (n.d.). Lex Machina Legal Analytics. https://lexmachina.com

Lexpera. (2024). LEXI Yapay Zekâ Asistanı Beta Duyurusu. https://www.lexpera.com.tr

Li, Y., Liu, S., Zheng, T., & Song, M. (2025). Parallelized Planning-Acting for Efficient LLM-based Multi-Agent Systems. arXiv:2503.03505

Liang, J., Pang, R., Li, C., & Wang, T. (2024, July). Model extraction attacks revisited. In Proceedings of the 19th ACM Asia Conference on Computer and Communications Security (pp. 1231-1245)

Liebowitz, J. (Ed.). (1998). The Handbook of Applied Expert Systems. CRC Press

Lin, X., Tang, M., & Zhao, Y. (2025). Creativity in Multi-Agent Large Language Systems: A Missing Dimension

Lipton, Z. C. (2018). The Mythos of Model Interpretability. Communications of the ACM, 61(10), 36–43

Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2002). Statistical Analysis with Missing Data. Wiley.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Systems and Science. Wiley

Lum, Kristian; Isaac, William, *To Predict and Serve?* Significance 13 (5): 14-19 (2016 Ekim)

Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. NeurIPS, 30. https://arxiv.org/abs/1705.07874

M. Al-Rubaie and J. M. Chang, "Privacy-preserving machine learning: Threats and solutions," IEEE Security & Privacy, vol. 17, 2019

M. Farahani, M. Gharachorloo, M. Farahani, and M. Manthouri, "ParsBERT: Transformer-based Model for Persian Language Understanding," Neural Process Lett, vol. 53, no. 6, pp. 3831–3847, Dec. 2021

M. Fredrikson, E. Lantz, S. Jha, S. Lin, D. Page, and T. Ristenpart. Privacy in pharmacogenetics: An end-to-end case study of personalized warfarin dosing. In USENIX Security Symposium, pages 17–32, 2014

M. Turkoglu and D. Hanbay, "Recognition of plant leaves: An approach with hybrid features produced by dividing leaf images into two and four parts," Appl Math Comput, vol. 352, pp. 1–14, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.AMC.2019.01.054

M. Turkoglu, D. Hanbay, · Abdulkadir Sengur, and A. Sengur, "Multi-model LSTM-based convolutional neural networks for detection of apple diseases and pests," J Ambient Intell Humaniz Comput, vol. 1, Nov. 2019, doi: 10.1007/s12652-019-01591-w

M. Türkoğlu and D. Hanbay, "Plant disease and pest detection using deep learning-based features," Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, vol. 23, no. 3, pp. 1636–1651, 2019

M. Wall. (2019, Jul.) Biased and wrong? facial recognition tech in the dock. BBC. [Online]. Available: https://www.bbc.com/news/ business-48842750

M. Zhang and J. Li, "A commentary of GPT-3 in MIT Technology Review 2021," Fundamental Research, vol. 1, no. 6, pp. 831–833, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.FMRE.2021.11.011

Macionis, J. J. (2017). Sociology (16th ed.). Pearson Publising

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(14), 281–297

Mahmutoğlu, Fatih Selami ve Karadeniz, Serra*, Türk Ceza Kanunu Genel Hükümler Şerhi,* 2. baskı, Beta Yayım, İstanbul, 2021, s. 8

Makarevych, N. ve Slesar, M. (2025) Using Virtual Reality to Transform Museum Exhibits & Spaces. Onix Systems. Nisan. https://onix-systems.com/blog/using-virtual-reality-for-museums

Malesu, V. K. (2025). Why drug discovery needs robots and artificial intelligence. News-Medical. https://www.news-medical.net/health/Why-Drug-Discovery-Needs-Robots-and-Artificial-Intelligence.aspx

Manor, I. (2023) Artificial intelligence & diplomacy. Diplomatic Academy. Kasım. https://diplomaticacademy.us/2023/10/01/artificial-intelligence-diplomacy

Martin, C. P., Lamb, J., Dahab, A., Jones, J., & Bhasker, S. (2025, 26 Mart). Generative AI in healthcare: Current trends and future outlook. McKinsey & Company.

https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/generative-ai-in-healthcare-current-trends-and-future-outlook

Martin, K. AI cyber attack statistics 2025: Phishing, deepfakes & cybercrime trends. Tech Advisors. https://tech-adv.com/blog/ai-cyber-attack-statistics

Martorana, C. AI in Action: 5 Essential Findings from the 2024 Federal AI Use Case Inventory. (2025) CIO.gov. Ocak. https://www.cio.gov/ai-in-action

Massachusetts Institute of Technology (MIT), MIT AI Risk Repository, https://airisk.mit.edu/

Mavrogiorgos, K., Kiourtis, A., Mavrogiorgou, A., Menychtas, A., & Kyriazis, D. (2024). Bias in Machine Learning: A Literature Review. Applied Sciences, 14(19), 8860

Mayer, H., Yee, L., Chui, M., & Roberts, R. (2025) Superagency in the workplace: Empowering people to unlock AI's full potential [Report]. McKinsey & Company. Ocak. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work

McCaffrey, R. (2024) *Use of AI in legislatures* (Rapor No. NIAR 193-2024; Paper No. 33/25). Eylül. Northern Ireland Assembly, Research and Information Service

McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The Bulletin of Mathematical Biophysics, 5(4), 115–133

McDonald, Louisa, "AI Systems and Liability: An Assessment of the Applicability of Strict Liability & A Case for Limited Legal Personhood for AI", *St Andrews Law Journal,* C. 1, 2023, s. 20

Mckinsey & Company (2020). How artificial intelligence will impact K-12 teachers. https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Social%20Sector/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20will%20impact%20K%2012%20teachers/How-artificial-intelligence-will-impact-K-12-teachers.pdf

McKinsey & Company (2025). The critical role of strategic workforce planning in the age of AI. People & Organizational Performance. https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/the-critical-role-of-strategic-workforce-planning-in-the-age-of-ai#

McKinsey & Company. (2024). Digital transformation: Health systems' investment priorities. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/digital-transformation-health-systems-investment-priorities

McKinsey Health Institute. (2023). Highlights of 2023: Advancing our mission to add years to life and life to years. https://www.mckinsey.com/mhi/our-insights/highlights-of-2023

McKinsey. (2025). The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/quantumblack/our%20insights/the%20state%20of%20ai/2025/the-state-oMf-ai-how-organizations-are-rewiring-to-capture-value_final.pdf

McWilliams, L. (2024) EY research: Artificial intelligence investments set to remain strong in 2025, but senior leaders recognize emerging risks. Aralık. Ernst & Young. https://www.ey.com/en_us/newsroom/2024/12/ey-research-artificial-intelligence-investments-set-to-remain-strong-in-2025-but-senior-leaders-recognize-emerging-risks

Mearian, L. (2024). AI to create better products and services, add $19.9T to global economy - IDC. Computerworld. https://www.computerworld.com/article/3526481/ai-to-create-better-products-and-services-add-19-9t-to-global-economy-idc.html

MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_07/12172521_meb_nek_yapay_zek_araclari_12072024_web.pdf

Medium. (2024). Üretici Yapay Zekâ ile CRISPR Gen Düzenlemeyi Geliştirmek: Biyoteknolojide Bir Atılım (Enhancing CRISPR gene editing with generative AI: A breakthrough in biotechnology) https://medium.com/kinomoto-mag/enhancing-crispr-gene-editing-with-generative-ai-a-breakthrough-in-biotechnology-6b8797145528

Mehr, H. (2017) *Artificial intelligence for citizen services and government*. Ağustos. Ash Center for Democratic Governance and Innovation, Harvard Kennedy School

Meissner, P., & Narita, Y. (2023) Artificial intelligence will transform decision-making. Here's how. World Economic Forum. Eylül. https://www.weforum.org/stories/2023/09/how-artificial-intelligence-will-transform-decision-making

Memorial Sağlık Grubu. Memorial Sağlık Grubu, patolojide yapay zekâ dönemini başlattı. Patoloji, hastalıkların "altın standart" olarak adlandırılan kesin tanısının konulduğu, kanser başta olmak [Post]. LinkedIn. https://www.linkedin.com/posts/memorial-health-group_memorial-sa%C4%9Fl%C4%B1k-grubu-patolojide-yapay-activity-7289609417245749250-EWWf

Méndez-Domínguez, G. (2022) Report of the Special Rapporteur on the rights of persons with disabilities: Artificial intelligence and the rights of persons with disabilities (A/77/203). United Nations. https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n22/431/73/pdf/n2243173.pdf

Merve Hickok tarafından Komisyona sunulan 12.03.2025 tarihli yazı

MEXT, https://www.mext.org.tr

MITRE, MITRE ATLAS,https://atlas.mitre.org

Microsoft Corporation. (2024) *The 2024 impact summary: Meeting the moment*. Microsoft Corporation. Ekim. s.15

Microsoft News. (2021). Şekerin Zirvesini Kovalamak: Hindistan'ın Şeker Kamışı Çiftçileri Hava Durumunu Öngörmek, Zararlılarla Mücadele Etmek ve Hasatları Optimize Etmek İçin Yapay Zekâ Kullanıyor (Chasing peak sugar: India's sugar cane farmers use AI to predict weather, fight pests and optimize harvests) https://news.microsoft.com/source/asia/features/chasing-peak-sugar-indias-sugar-cane-farmers-use-ai-to-predict-weather-fight-pests-and-optimize-harvests

Microsoft. (2020) Bringing the European Parliament closer to its citizens through AI. Eylül. Microsoft on the Issues. https://blogs.microsoft.com/eupolicy/2020/09/15/bringing-european-parliament-closer-citizens-through-ai/#:~:text=automatically%20transcribe%20and%20translate%20parliamentary,debates%20in%20all%2024%20languages

Midea Group Co., Ltd. (2025). Annual results announcement for the year ended 31 December 2024. Hong Kong Stock Exchange news release. https://www1.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2025/0328/2025032802780.pdf

Midfa, N. (2024) Artificial intelligence in diplomacy: Transforming global relations and negotiations. TRENDS Research & Advisory. https://trendsresearch.org/insight/artificial-intelligence-in-diplomacy-transforming-global-relations-and-negotiations

Mikolov, T. et al. (2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. arXiv

Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. Artificial Intelligence, 267, 1–38

Miller, S. (2025). What is enterprise AI? The total SUSE guide. SUSE Blog. https://www.suse.com/c/enterprise-ai

Milli Eğitim Bakanlığı (2024a). Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Uluslararası Forumu Raporu. Sümeyye Hatice Eral (ed.). Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. https://www.scribd.com/document/786682490/11104346-Meb-Egitimde-Uyz-Formu-Raporu-Web-28082024-Tr

Millî Eğitim Bakanlığı (2024b). Policy Brief for Artificial Intelligence in Education: Lessons from International Forum of Artificial Intelligence in Education. Directorate General for Innovation and Educational Technologies, 24-25 May 2024. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_08/21092535_meb_yapay_zek_formu_raporu_web_20082024_eng.pdf

Milli Teknoloji Akademisi, https://www.milliteknolojiakademisi.gov.tr

Ministério do Esporte, "Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)", https://www.gov.br/esporte/pt-br/acesso-a-informacao/lgpd

Ministerio Público Fiscal de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (n.d.). PROMETEA: Inteligencia artificial para la justicia. (Arjantin PROMETEA & ChatGPT Uygulaması) IR Global. (2024, March 15). In Argentina, ChatGPT is invited into legal decisions. https://irglobal.com/article/in-argentina-chatgpt-is-invited-into-legal-decisions

Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan. Hiroshima AI Process Supporters. https://www.soumu.go.jp/hiroshimaaiprocess/en/supporters.html

Ministry of Law Singapore. (n.d.). Intelligent Legal Assistance Bot (iLAB). https://www.mlaw.gov.sg

Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill

Montgomery, D. C., et al. (2021). Introduction to Linear Regression Analysis. Wiley

Morin, E. (2013). Geleceğin Eğitimi İçin Gerekli Yedi Bilgi. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul

Mostrous, A.; Cesareo, S. ve White, J. (2024). The Global Artificial Intelligence Index 2024. Tortoise Media. https://www.tortoisemedia.com/2024/09/18/the-global-artificial-intelligence-index-2024

Mourtada, R., Littig, L., Carrasco, M., Schetinin, S., & Baru, A. (2024) Digital government in the age of AI: Championing GCC next-gen citizen services. Kasım. Boston Consulting Group. https://www.bcg.com/publications/2024/digital-government-in-the-age-of-ai-championing-gcc-next-gen-citizen-services

Muhteşem Proje: Türk Beyin. https://www.youtube.com/watch?v=9SUcTZ8Cb3c

Museum of Modern Art. (2022) Refik Anadol: Unsupervised [Exhibition]. MoMA. Kasım. https://www.moma.org/calendar/exhibitions/5535

MuseumNext. (2024) Artificial intelligence and the future of museums. Mayıs. https://www.museumnext.com/article/artificial-intelligence-and-the-future-of-museums

Museums Association. (2025) Survey reveals public demand for virtual reality museum experiences. Museums Journal. Ocak. https://www.museumsassociation.org/museums-journal/news/2025/01/survey-reveals-public-demand-for-virtual-reality-museum-experiences

(Mülga) CBDDO. (2021). Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021–2025. Cumhurbaşkanlığı. https://cbddo.gov.tr/assets/docs/tuai/Ulusal_Yapay_Zeka_Stratejisi_TR.pdf

(Mülga) CBDDO. (2024) e-Government gateway statistics. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. 2024. https://cbddo.gov.tr/en/statistics/e-government-statistics

(Mülga) CBDDO. (2025). Türk Beyin Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/tbp

(Mülga) CBDDO. (2025). Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025. https://cbddo.gov.tr/uyzs

Nasher Museum of Art at Duke University. (2023) Act as if you are a curator: An AI-generated exhibition [Exhibition]. Nasher Museum of Art. Eylül. https://nasher.duke.edu/exhibitions/act-as-if-you-are-a-curator-an-ai-generated-exhibition

National Center for Biotechnology Information. (2022). *"Akıllı Adalet": Çin'in hukuki yapay zeka dönüşümünde insan merkezli değerlendirmeler* ("Intelligent Justice": human-centered considerations in China's legal AI transformation). PMC. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9396564

National Institute of Standards and Technology (NIST), *Special Publication 1270: Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence* (2022)

NATO's Data and Artificial Intelligence Review Board, https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208374.htm

Negrea, D. (2025) *Key statistics driving AI adoption in 2024* [Blog post]. Ocak. HyperSense Software. https://hypersense-software.com/blog/2025/01/29/key-statistics-driving-ai-adoption-in-2024

Networking and Information Technology Research and Development (NITRD), "Comments Received in Response to: Request for Information on the Development of an Artificial Intelligence (AI) Action Plan (90 FR 9088)" 29.05.2025, https://www.nitrd.gov/coordination-areas/ai/90-fr-9088-responses

New York Eyaleti Finansal Hizmetler Dairesi (New York State Department of Financial Services /NYS DFS) soruşturma raporu, "Tweets alleged that the Apple Card algorithm offered a credit limit 20 times higher to a male applicant than to his wife, raising concerns of sex discrimination and the opacity of the algorithm.", https://www.dfs.ny.gov/system/files/documents/2021/03/rpt_202103_apple_card_investigation.pdf

New York State Office for the Aging. (2024) ElliQ proactive care companion initiative. Intuition Robotics. https://aging.ny.gov/elliq-proactive-care-companion-initiative

Newell, A., & Simon, H. A. (1972). Human problem solving. Prentice-Hall

NIST (2014). Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity

NIST (2023). AI Risk Management Framework (AI RMF 1.0)

NIST Special Publication 1270 - "Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence" (ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, 2022)

NIST Special Publication 1270 – *Towards a Standard for Identifying and Managing Bias in Artificial Intelligence* (2022), https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1270.pdf

Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition. Cambridge University Press

North Atlantic Treaty Organization. (2024) First-ever NATO-industry forum on quantum technologies. NATO. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm

O. A. Montesinos López, A. Montesinos López, and J. Crossa, "Fundamentals of Artificial Neural Networks and Deep Learning," in Multivariate Statistical Machine Learning Methods for Genomic Prediction, Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 379–425. doi: 10.1007/978-3-030-89010-0_10

O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention,11 2015, pp. 234–241

OECD (2019). The OECD AI Principles. https://www.oecd.org/en/topics/ai-principles.html

OECD (2020), TALIS 2018 Results (Volume II): Teachers and School Leaders as Valued Professionals, TALIS, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/19cf08df-en

OECD (2021). ITF Transport Outlook 2021. https://www.oecd.org/en/publications/itf-transport-outlook-2021_16826a30-en.html

OECD (2024). Education Policy Outlook 2024. Reshapıng Teachıng Into A Thrıvıng Professıon From Abcs To AI. OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/dd5140e4-en

OECD (2025). Leveraging digital business models, tools and technologies for reliable environmental information and consumer engagement in the circular economy. OECD Digital Economy Papers (377). https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/leveraging-digital-business-models-tools-and-technologies-for-reliable-environmental-information-and-consumer-engagement-in-the-circular-economy_3a3881df/33c6e2bc-en.pdf

OECD AI, AIM: AI Incidents and Hazards Monitor, https://oecd.ai/en/incidents?search_terms=%5B%5D&and_condition=false&from_date=2014-01-01&to_date=2025-06-12&properties_config=%7B%22principles%22:%5B%5D,%22industries%22:%5B%5D,%22harm_types%22:%5B%5D,%22harm_levels%22:%5B%5D,%22harmed_entities%22:%5B%5D%7D&only_threats=false&order_by=date&num_results=20

OECD DIGITAL ECONOMY PAPERS, Advancing Accountability In AI Governing And Managing Risks Throughout The Lifecycle For Trustworthy AI, February 2023 No. 349, s.23. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/02/advancing-accountability-in-ai_753bf8c8/2448f04b-en.pdf

OECD Digital Economy Papers No. 311, State of Implementation of the OECD AI Principles: Insights from National AI Policies (Haziran 2021)

OECD Digital Economy Papers No. 349, Advancing Accountability in AI: Governing and Managing Risks Throughout the Lifecycle for Trustworthy AI (Şubat 2023), https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/02/advancing-accountability-in-ai_753bf8c8/2448f04b-en.pdf

OECD Meeting of the Council at Ministerial Level 2024. https://www.oecd-events.org/meeting-of-the-council-at-ministerial-level-2024

OECD Ministerial Council Meeting Side Event "Towards Safe, Secure and Trustworthy AI: Promoting Inclusive AI Governance". https://www.mofa.go.jp/files/100666759.pdf

OECD, "OECD AI Principles Overview", https://oecd.ai/en/ai-principles

OECD, "The Nature, Evolution and Potential Implications of Data Localisation Measures, OECD Trade Policy Paper (November 2023)", https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/11/the-nature-evolution-and-potential-implications-of-data-localisation-measures_249df37e/179f718a-en.pdf

OECD, AI https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/artificial-intelligence.html

OECD, AI Principles, https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html#:~:text=AI%20Actors%20should%20commit%20to,with%20the%20state%20of%20art

OECD, AI Principles, https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/ai-principles.html

OECD, Algorithmic Bias: The State of the Situation and Policy Recommendations (OECD Digital Education Outlook 2023), https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en/full-report/algorithmic-bias-the-state-of-the-situation-and-policy-recommendations_a0b7cec1.html

OECD, *Algorithmic Bias: The State of the Situation and Policy Recommendations* (OECD Digital Education Outlook 2023)

OECD, OECD Guidelines on the Protection of Privacy and Transborder Flows of Personal Data, https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-guidelines-on-the-protection-of-privacy-and-transborder-flows-of-personal-data_9789264196391-en

OECD. (2021). Global Value Chains and AI

OECD. (2022). Data Governance in the Public Sector: Strategy, Policy and Infrastructure. OECD Digital Government Studies

OECD. (2023). National AI Policies and Governance Structures. OECD Digital Economy Papers, No. 345

OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions

OECD.AI Politika Gözlemevi. (2023, 7 Eylül). AB Yapay Zekâ Yasası'ndaki belirsiz kavramlar vatandaşları yapay zekâ manipülasyonundan korumayacak (*Vague concepts in the EU AI Act will not protect citizens from AI manipulation*) (Franklin, M., Tomei, P. M., & Gorman, R.). https://oecd.ai/en/wonk/eu-ai-act-manipulation-definitions

OECD.AI, *AI Risk & Accountability* portal sayfası, https://oecd.ai/en/site/risk-accountability

Office of Educational Technology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations

Office of Educational Tecnology, USA (May 2023). "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning" https://www.academia.edu/127619556/Artificial_Intelligence_and_the_Future_of_Teaching_and_Learning_Insights_and_Recommendations

Office of Teaching, Learning ve Technology, University of Iowa. (2024). AI-assisted literature reviews. University of Iowa. https://teach.its.uiowa.edu/news/2024/03/ai-assisted-literature-reviews

Oğuzman, Kemal ve Öz, Turgut, Borçlar Hukuku Genel Hükümler Cilt 2, 2017

On İkinci Kalkınma Planı. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf

Open Data Institute, "What is Open Data?", https://theodi.org/news-and-events/blog/what-is-open-data

Orange Hello Future. (2024). Tarımın Karşılaştığı Siber Güvenlik Risklerini Modellendirmek (Modelling the cybersecurity risks faced by agriculture) https://hellofuture.orange.com/en/agtech-agricultural-iot-and-the-threat-of-cyberattacks-how-should-the-risks-be-modelled

Organick, L., et al. (2018). Random access in large-scale DNA data storage. Nature Biotechnology, 36(3), 242–248

Orta Vadeli Program. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2024/09/Orta-Vadeli-Program_2025-2027.pdf

Osman Gazi Güçlütürk, *Kodlar ve Kanunlar*, 2025

Oswald, M., Grace, J., Urwin, S., & Barnes, G. (2018). Risk assessment algorithms in criminal justice. The Royal Society. https://royalsociety.org

Oviatt, B.M. ve McDougall, P.P. (1994). Toward a theory of international new ventures, Journal of International Business Studies, 25(1), https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490193

Oxford Insights. The Government AI Readiness Index 2024. https://oxfordinsights.com/ai-readiness/ai-readiness-index

Ozan Özparlak, Başak, "İstihdamda Yapay Zekâ", Kişisel Verileri Koruma Kurumu: Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış (Editör: Bilir, Faruk), 2025

Öğretmen Bilişim Ağı, https://www.oba.gov.tr

Öztan, Fırat, Fikir ve Sanat Eserleri Hukuku, 2008

P. F. Muhammad, R. Kusumaningrum, and A. Wibowo, "Sentiment Analysis Using Word2vec And Long Short-Term Memory (LSTM) For Indonesian Hotel Reviews," Procedia Comput Sci, vol. 179, pp. 728–735, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.PROCS.2021.01.061

P. Samarati and L. Sweeney, "Protecting privacy when disclosing information: k-anonymity and its enforcement through generalization and suppression," Technical Report, SRI International, Tech. Rep., 1998

Padhiary, M., Saha, D., Kumar, R., Sethi, L. N., ve Kumar, A. (2024). Enhancing precision agriculture: A comprehensive review of machine learning and AI vision applications in all-terrain vehicle for farm automation. Smart Agricultural Technology, 100483. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100483

Parliamentary Assembly of the Council of Europe, "Need for democratic governance of artificial intelligence", Res. 2341 (22.10.2020)

Pasikowska-Schnass, M., with Lim, Y.-S. (2023) Artificial intelligence in the context of cultural heritage and museums: Complex challenges and new opportunities (Briefing PE 747.120). European Parliamentary Research Service. Mayıs. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747120/EPRS_BRI(2023)747120_EN.pdf

Pearl, J. (1988). Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference. Morgan Kaufmann

Pedregosa, F. et al. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. Journal of Machine Learning Research

Peral-García, D., Cruz-Benito, J., García-Peñalvo, F. J. (2024). Systematic literature review: Quantum machine learning and its applications. Computer Science Review, 43, 100459

Personal Information Protection Law of the People's Republic of China, art. 6, 2021

Petracek, P., Kratky, V., Baca, T., Petrlik, M., & Saska, M. (2023) New era in cultural heritage preservation: Cooperative aerial autonomy. IEEE Robotics and Automation Magazine, 40(2), 1-16. s.1. https://doi.org/10.1109/MRA.2023.3244423

Pharmaphorum. (2024). AI and trusted data: The key to unlocking faster, more cost-effective drug discovery. https://pharmaphorum.com/digital/ai-and-trusted-data-key-unlocking-faster-more-cost-effective-drug-discovery

Pitt, C.; Paschen, J.; Kietzmann, J.; Pitt, L ve Pala, E. (2021). "Artificial Intelligence, Marketing, and the History of Technology: Kranzberg's Laws as a Conceptual Lens" Australasian Marketing Journal (AMJ), September 2021. https://doi.org/10.1177/18393349211044175

Plotly Technologies Inc. (2015). Collaborative data science. https://plotly.com

Polat, Cemre, "Türk ve Avrupa Birliği Hukukunda Ürün Sorumluluğu", Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 70, 2021

Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. Annual Review of Neuroscience, 13, 25–42

Potts, C. (2020). Natural Language Processing with Python. Stanford University NLP Lecture Notes

Preece, A., Harborne, D., Braines, D., & Tomsett, R. (2018). Stakeholders in explainable AI. arXiv preprint arXiv:1810.00184

Preskill, J. (2018). Quantum Computing in the NISQ era and beyond. Quantum, 2, 79

Pressley, J. P. (2024). How AI Can Help Banks Reduce Operational Costs. BizTech. https://biztechmagazine.com/article/2024/03/how-ai-can-help-banks-reduce-operational-costs

PricewaterhouseCoopers. (2025). 2025 AI business predictions [Web article]. PwC. https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/ai-analytics/ai-predictions.html

Primack, B. A., Shensa, A., Sidani, J. E., Whaite, E. O., Lin, L. Y., Rosen, D., Colditz, J. B., Radovic, A., & Miller, E. (2017). Social media use and perceived social isolation among young adults in the U.S. American Journal of Preventive Medicine, 53(1), 1–8. (pmc.ncbi.nlm.nih.gov)

Privacy enhancing technologies. https://www.oecd.org/en/topics/privacy-enhancing-technologies.html

Pro Publica, Angwin J. et al., *Machine Bias – There's Software Used Across the Country to Predict Future Criminals. And It's Biased Against Blacks* (23 Mayıs 2016), https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing

Proje kapsamında yapılan patent başvurusu hakkında Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından 30 Eylül 2024 tarihli resmî yazı ile tescil kararı verilmiştir. Patent Başvuru Numarası: 2021/009196. Beyin Görüntülerindeki Aykırılığın veya Anomalilerin Zeki Bir Sistem ile Otomatik Tespiti ve Bildirim Sistemi. https://patents.google.com/patent/TR2021009196A1/tr?q=(BEY%C4%B0N+G%C3%96R%C3%9CNT%C3%9CLER%C4%B0NDEK%C4%B0+AYKIRILI%C4%9EIN+VEYA+ANOMAL%C4%B0LER%C4%B0N+B%C4%B0R+S%C4%B0STEM+%C4%B0LE+OTOMAT%C4%B0K+TESP%C4%B0T%C4%B0+VE+B%C4%B0LD%C4%B0R%C4%B0M+S%C4%B0STEM%C4%B0)

ProjectPro. (2025). Generative AI in A/B testing and experimentation. ProjectPro Podcast. https://www.projectpro.io/podcast/title/generative-ai-in-ab-testing-and-experimentation

Proposal for a Council Decision authorising Member States to sign, in the interest of the European Union, the Protocol amending the Council of Europe Convention for the Protection of Individuals with regard to Automatic Processing of Personal Data (ETS No. 108), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018PC0449

Pu, Y., Li, H., Hou, W. vd. (2025) The analysis of strategic management decisions and corporate competitiveness based on artificial intelligence. Sci Rep 15, 17942. Mayıs. https://doi.org/10.1038/s41598-025-02842-x

Publicis Sapient. (2024) Digital citizen report 2024: 'No citizen left behind': Delivering exceptional digital services for every Australian citizen. https://www.publicissapient.com/insights/citizen-insights-hub

PwC ve Microsoft (2020). How AI can enable a Sustainable Future. https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf

PwC. (2017). Sizing the prize What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf

PwC. (2023). Using AI to fast-track manufacturing operations. https://www.pwc.in/research-and-insights-hub/immersive-outlook-5/using-artificial-intelligence-to-fast-track-manufacturing-operations.html

PwC. (2024) The potential impact of Artificial Intelligence in the Middle East. https://www.pwc.com/m1/en/publications/potential-impact-artificial-intelligence-middle-east.html

PwC. (2024). 2024 Global AI Jobs Barometer. https://www.pwc.com.tr/ai-jobs-barometer

PwC. (2024). 2024 Global AI Jobs Barometer: Artificial Intelligence exposure linked to 4.8x greater productivity growth and up to 25% wage premiums. Mayıs. https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2024/pwc-2024-global-ai-jobs-barometer.html

Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. Machine Learning, 1(1), 81–106

R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 4th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2018

R. Girshick, J. Donahue, T. Darrell, and J. Malik, "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation," in Proceedings of the IEEE Conference7 on Computer Vision and Pattern Recognition, 2014, pp. 580–587

R. M. Schmidt, "Recurrent Neural Networks (RNNs): A gentle Introduction and Overview," no. 1, pp. 1–16, 2019, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1912.05911

R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2022

RamSoft. (2025). Accuracy of AI diagnostics. RamSoft. https://www.ramsoft.com/blog/accuracy-of-ai-diagnostics

Randstad. (2024) Talent with disabilities pioneer the use of AI at work: 55% using AI for problem-solving compared to 39% of non-disabled peers. Kasım. https://www.randstad.com/press/2024/ai-equity-international-day-persons-with-disabilities

Rashid, N. (2020) Deploying the once-only policy: A privacy-enhancing guide for policymakers and civil society actors. Ash Center for Democratic Governance and Innovation, Harvard Kennedy School. Kasım. https://ash.harvard.edu/wp-content/uploads/2024/02/deploying-once-only-policy.pdf

Ratnam, G. (2024) Pentagon's priority on AI spending could shield it from cuts. Roll Call. https://rollcall.com/2024/03/05/pentagons-priority-on-ai-spending-could-shield-it-from-cuts

Rebentrost, P., Mohseni, M., & Lloyd, S. (2014). Quantum support vector machine for big data. Physical Review Letters, 113(13), 130503

Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD, (Adoption: 22 May 2019, Amended: 3 May 2024) https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449

Recommendation of the Council on Artificial Intelligence.

Recommendation on the ethics of artificial intelligence, UNESCO (2021) https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455

Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng

Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector and amending Directives (EU) 2019/1937 and (EU) 2020/1828 (Digital Markets Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1925/oj/eng

Regulation (EU) 2022/2065 of the European Parliament and of the Council of 19 October 2022 on a Single Market for Digital Services and amending Directive 2000/31/EC (Digital Services Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2065/oj/eng

Regulation (EU) 2022/2065 on a Single Market for Digital Services (Digital Services Act), EUR-Lex, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R2065

Regulation (EU) 2022/868 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on European data governance and amending Regulation (EU) 2018/1724, https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/868/oj/eng

Regulation (EU) 2023/2854 of the European Parliament and of the Council of 13 December 2023 on harmonised rules on fair access to and use of data and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive (EU) 2020/1828 (Data Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2854/oj/eng

Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act), https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng

Research and Markets. (2025). Personalized medicine market overview 2024–2025 & 2030: Oncology, neurology, and cardiology lead expansion; next-generation sequencing and AI revolutionize tailored treatment approaches. GlobeNewswire. https://www.globenewswire.com/news-release/2025/03/06/3038037/0/en/Personalized-Medicine-Market-Overview-2024-2025-2030-Oncology-Neurology-and-Cardiology-Lead-Expansion-ext-Generation-Sequencing-and-AI-Revolutionize-Tailored-Treatment-Approaches.html

ResearchGate. (2022). Blue River Technology: Hassas Tarımda Gelecekçi Yaklaşım (Blue River Technology: Futuristic approach of precision farming) https://www.researchgate.net/publication/359739819_Blue_River_Technology_Futuristic_Approach_of_Precision_Farming

ResearchGate. (2024). Tedarik Zinciri Optimizasyonu: Tarımda Yapay Zekâ Kullanımı (Supply chain optimization: AI in agriculture distribution) https://www.researchgate.net/publication/391761629_Supply_Chain_Optimization_AI_in_Agriculture_Distribution

Resnik, D. B., ve Hosseini, M. (2024). The ethics of using artificial intelligence in scientific research: New guidance needed for a new tool. AI Ethics, 5(2), 1499–1521. https://doi.org/10.1007/s43681-024-00493-8

Reuters, Insight – Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women (11 Ekim 2018),https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG

Reuters, Insight – Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women (11 Ekim 2018), https://www.reuters.com/article/world/insight-amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK0AG

Rhodes, C. (2025) *AI in UK government departments* (Araştırma Raporu No. CBP-10236). Nisan. House of Commons Library. s.8

Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD, 1135–1144

Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2018). Anchors: High-precision model-agnostic explanations. Proceedings of AAAI, 32(1). https://arxiv.org/abs/1802.07623

Richardson, Rashida; Schultz, Jason M.; Crawford, Kate, Dirty Data, Bad Predictions: How Civil Rights Violations Impact Police Data, Predictive Policing Systems, and Justice (NYU Law

Review Online Feature, 2019), https://nyulawreview.org/online-features/dirty-data-bad-predictions-how-civil-rights-violations-impact-police-data-predictive-policing-systems-and-justice

Rocket. Chat. (2024) 10 ways AI-powered public services are driving innovation in government. Aralık. Rocket.Chat Blog. https://www.rocket.chat/blog/innovation-in-government

Romero, S. (2024) AI to the rescue: How SAS is fixing food stamp errors and helping families in need. Subconscious Musings. SAS. Aralık. https://blogs.sas.com/content/subconsciousmusings/2024/12/10/ai-to-the-rescue-how-sas-is-fixing-food-stamp-errors-and-helping-families-in-need

Roots Analysis. (2024). Tarımda Yapay Zekâ Pazar Büyüklüğü, Payı, Eğilimler ve İçgörüler Raporu, 2035 (AI in agriculture market size, share, trends & insights report, 2035) https://www.rootsanalysis.com/ai-in-agriculture-market

Rosenbaum, S. (2024) When Medicaid unwinding meets AI: In the matter of Deloitte Consulting. The Milbank. Quarterly. Şubat. https://milbank.org/quarterly/opinions/when-medicaid-unwinding-meets-ai-in-the-matter-of-deloitte-consulting

Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. Journal of Information Science

Roy, S. (2025). AI in Healthcare Statistics: Comprehensive List for 2025. Dialog Health. https://www.dialoghealth.com/post/ai-healthcare-statistics

Rudin, C. (2019). *Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead*. *Nature Machine Intelligence*, 1(5), 206–215

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323(6088), 533–536

Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson Education Limited

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson

Russell, S., & Norvig, P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd ed.). Prentice Hall

Russell, Stuart (2019). Human compatible: Artificial intelligence and the problem of control. Oxford University Press. Viking. ISBN 978-0-525-55861-3. https://people.eecs.berkeley.edu/~russell/papers/mi19book-hcai.pdf

Rusya Federasyonu ile Ukrayna arasındaki savaş öncesi Rusya Federasyonu da Avrupa Konseyi üyesi olarak yer almaktayken Rusya Federasyonu'nun Avrupa Konseyi üyeliği Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi tarafından alınan karar ile birlikte 16.03.2022 tarihinde sona erdirilmiştir. Bkz. Council of Europe, "CM/Del/Dec(2022)1428ter/2.3 - Consequences of the aggression of the Russian Federation against Ukraine", https://search.coe.int/cm#{%22CoEIdentifier%22:[%220900001680a5d7d9%22],%22sort%22:[%22CoEValidationDate%20Descending%22],%22tabview%22:[%22document%22]}

S. Haykin, Neural networks and learning machines. 2009, https://dai.fmph.uniba.sk/courses/NN/haykin.neural-networks.3ed.2009.pdf

S. Ren, K. He, R. Girshick, and J. Sun, "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks," in Advances8 in Neural Information Processing Systems, 2015, vol. 28

S. X. Zhang, R. E. Roberts, and D. Farabee, "An analysis of prisoner reentry and parole risk using compas and traditional criminal history measures," Crime & Delinquency, vol. 60, 2014

Saffer, D. (2013). Mikro etkileşimler: Ayrıntılarla tasarım (Microinteractions: Designing with Details). O'Reilly Media. (ISBN: 978-1449342685)

Sağlık İstatistikleri Yıllıkları. https://www.saglik.gov.tr/TR-89801/saglik-istatistikleri-yilligi-2020-yayinlanmistir.html

Sağlık Sektöründe Yapay Zekâ Kullanımı: Geleceği Şekillendiren Teknoloji. https://sem.biruni.edu.tr/?p=6980

Sahni, N., Stein, G., McKinsey, O., Zemmel, R., ve Cutler, D. M. (2023). The potential impact of artificial intelligence on healthcare spending (Vol. 30857). Cambridge, MA, USA National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226833125-004

Sajid, H. (2025) AI security trends 2025: Market overview & statistics. Lakera. Haziran. https://www.lakera.ai/blog/ai-security-trends

Sakarya Üniversitesi Yapay Zekâ Uygulama ve Araştırma Merkezi. (2023). HAKTAM Projesi. https://yza.sakarya.edu.tr

Sakhaa Alsaedi, Michihiro Ogasawara, Mohammed Alarawi, Xin Gao, Takashi Gojobori, (2025) AI-powered precision medicine: utilizing genetic risk factor optimization to revolutionize healthcare, NAR Genomics and Bioinformatics, Volume 7, Issue 2, June 2025, https://doi.org/10.1093/nargab/lqaf038

Samek, W., Wiegand, T., & Müller, K. R. (2021). Explainable artificial intelligence: Understanding, visualizing and interpreting deep learning models. Information Fusion, 72, 1–15

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi. (2021) National artificial intelligence strategy 2021-2025. Ağustos. https://cbddo.gov.tr/en/nais

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Ar-Ge Teşvikleri, https://tesvikrehberi.com/sanayi-ve-teknoloji-bakanligi-ar-ge-tesvikler

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Rekabet Öncesi İşbirliği Projeleri, https://rip.sanayi.gov.tr/anasayfa/Home/CagriDuyurusuTBDM

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Strateji Belgeleri, https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/strateji-belgeleri

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Komisyona sunulan 14.05.2025 tarihli ve 1629130 sayılı cevabi yazı

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/SanayiStratejiBelgesi2023.pdf

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, https://www.sanayi.gov.tr/merkez-birimi/c03f1f3bae27/projelerimiz

SAPEA. (2024). AI in science evidence review report. Scientific Advice Mechanism. https://scientificadvice.eu/scientific-outputs/ai-in-science-evidence-review-report

Sarı, O. (2025) TBMM'de "Veriden Karara Ulusal Yapay Zeka Zirvesi" başladı. Mayıs. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/politika/tbmmde-veriden-karara-ulusal-yapay-zeka-zirvesi-basladi/3560854

Saygin, A. P., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing Test: 50 Years Later. Minds and Machines, 10, 463–518

Sayısal Göz Projesi. https://cbddo.gov.tr/projeler/sayisal-goz

SAYZEK, Savunma Sanayii Yapay Zekâ Yetenek Kümelenmesi, https://sayzek.org.tr

Schäfer, F., Walther, M., Grimm, D. G., & Hübner, A. (2023). Combining machine learning and optimization for the operational patient-bed assignment problem. Health Care Management Science, 26, 785–806. https://doi.org/10.1007/s10729-023-09652-5, s.785

Schunk, D. H. (2012). Learning theories: An educational perspective (6th ed.). Pearson

ScienceDirect. (2024). Tek Tip Tarım: Gıda Güvenliğini Sağlamada Bir Zorluk (Monoculture of crops: A challenge in attaining food security) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452263524000168

Scite.ai. (2025). A new way to discover and understand scientific knowledge. https://scite.ai

Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., ... & Dennison, D. (2015). Hidden technical debt in machine learning systems. Advances in neural information processing systems, 28

Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences, 3(3), 417–457

Sektör Kampüste Programı, https://sektorkampuste.sanayi.gov.tr

Selbst, A. D., & Barocas, S. (2018). The Intuitive Appeal of Explainable Machines. Fordham Law Review, 87(3), 1085–1139

Sellars, W. (2024) Turkey using AI in crackdown on corporate tax evaders. AGBI. Ekim. https://www.agbi.com/economy/2024/10/turkey-using-ai-in-crackdown-on-corporate-tax-evaders

Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D. (2017). Grad-CAM: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 618–626

Sergio M. C ve Avila Negri, "Robot as Legal Person: Electronic Personhood in Robotics and Artificial Intelligence", Frontiers in Robotics and AI, 2021.

Shalwa. (2024) AI Art Statistics: The Ultimate List in 2025. Artsmart.ai. Eylül. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics

Shalwa. (2024) Global AI in the art market statistics 2025. Artsmart.ai. Aralık. https://artsmart.ai/blog/ai-in-the-art-market-statistics

ShardSecure. (2024). Tarımda Veri Güvenliği: Altı Şaşırtıcı Gerçek (Data security in agriculture: Six surprising facts) https://shardsecure.com/blog/data-security-agriculture

Shi, Yuwen, "On Negativism of Legal Personality of Artificial Intelligence", *Journal of Education, Humanities and Social Sciences, C. 1*, 2022, s. 91-92, 94

Shinde, Y. (2025). Agentic AI in HR ve recruitment market to hit USD 23,172.8 million by 2034. Market.us Scoop. https://scoop.market.us/agentic-ai-in-hr-amp-recruitment-market-news

Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. International Journal of Human–Computer Interaction, 36(6), 495–504

Shokri, R., Stronati, M., Song, C., & Shmatikov, V. (2017, May). Membership inference attacks against machine learning models. In 2017 IEEE symposium on security and privacy (SP) (pp. 3-18). IEEE

Siemens. (2023). 80 Acres Farms'ta İç Mekân Dikey Tarım (Indoor vertical farming at 80 Acres Farms) https://www.siemens.com/global/en/company/stories/industry/2023/vertical-farming-controlled-environment-agriculture-cea-digital-transformation-sustainability-80-acres-farms.html

Simbo AI. (2025, 28 Haziran). Transforming personalized medicine: How AI tailors treatment plans through genetic and lifestyle data analysis. Simbo AI. https://simbo.ai/blog/transforming-personalized-medicine-how-ai-tailors-treatment-plans-through-genetic-and-lifestyle-data-analysis-3505802

Simonyan, K., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2013). Deep inside convolutional networks: Visualising image classification models and saliency maps. arXiv preprint arXiv:1312.6034

Singh, A. (2025). From Past to Present: The Evolution of Data Breach Causes (2005–2025). LatIA, 3, 333-333

Singla, A., Sukharevsky, A., Berteletti, E., Yee, L., ve Chui, M. (2025). The next innovation revolution-powered by AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai

Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, "Dünyada ve Türkiye'de Açık Devlet Verisi Sempozyumu", 16.06.2025, https://www.setav.org/etkinlikler/dunyada-ve-turkiyede-acik-devlet-verisi-sempozyumu

Smartsettle. (n.d.). AI in online mediation: Smartsettle ONE platform. https://www.smartsettle.com

Smith, A., Rodriguez, L., & Chen, H. (2025). Language Models Are Capable of Metacognitive Monitoring and Control of Their Internal Activations. arXiv preprint arXiv:2505.13763

Smith-Goodson, Paul. (2025) The Stargate Project: Trump Touts $500 Billion Bid For AI Dominance. Forbes. https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2025/01/30/the-stargate-project-trump-touts-500-billion-bid-for-ai-dominance

Society of Automotive Engineers, “SAE Levels of Driving Automation Refined for Clarity and International Audience”, https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update

Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. Information Processing & Management

Solaiman, S. M., “Legal personality of robots, corporations, idols and chimpanzees: a quest for legitimacy”, *Artificial Intelligence and Law*, C. 25, 2016, s. 175

Son Karar. (2024). Sonkarar.com resmi web sitesi. https://sonkarar.com

Soon, L. (2024) Is Singapore's AI-driven citizen experience the future of public services?. Ağustos. CMSWire. https://www.cmswire.com/customer-experience/is-singapores-ai-driven-citizen-experience-the-future-of-public-services

Sparrow, R., & Sparrow, L. (2006). Makinelerin Ellerinde mi? Yaşlı Bakımının Geleceği (In the hands of machines? The future of aged care). Minds and Machines, 16(2), 141–161. https://doi.org/10.1007/s11023-006-9030-6

Spatharou, A., Hieronimus, S., & Jenkins, J. (2020, 10 Mart). Transforming healthcare with AI. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/healthcare/our-insights/transforming-healthcare-with-ai

Springer. (2023). “Sorumlu Yapay Zekâ” Kimden Sorumlu?: Tarım ve Gıda Sistem Teknolojilerinde Güven İnşa Etme Mücadelesi (Who is responsible for 'responsible AI'?: Navigating challenges to build trust in AI agriculture and food system technology) https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-023-10063-3

Startup Centrum. (2024). Türkiye Startup Ekosistemi Yatırım Raporu. https://www.turcorn.gov.tr/upload/Node/100092/files/2024-Turkiye-Startup-Ekosistemi-Yatirim-Raporu.pdf

StartupBlink. (2023). Startup Ecosystem Report 2023 - Turkey Analysis. https://www.startupblink.com/startup-ecosystem/turkey

Statista (2024). Population of the world's continents from 1800 to 2021, with estimates until 2100. https://www.statista.com/statistics/997040/world-population-by-continent-1950-2020/

Statista Market Insights. (2024) Citizen services AI market size projections. Precedence Research. https://www.precedenceresearch.com/citizen-services-ai-market

Stats&Research. (2024). Global Hackathon Market Insights 2024, Analysis and Forecast to 2031. https://www.statsandresearch.com/report/40413-global-hackathon-market

Stefanson, C. (2024). Leveraging artificial intelligence to assist with scheduling. Fraser Health. https://www.fraserhealth.ca/news/2024/Sep/Leveraging-artificial-intelligence-to-assist-with-scheduling

Stellantis. (2024). First quarter 2024 shipments and revenues. Stellantis press release. https://wireassociation.eu/newsroom/stellantis/releases/en/first-quarter-2024-shipments-and-revenues-2040

Sternberg, R. J. (1985). Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence. Cambridge University Press

Styx, L. (2024) Artificial Intelligence and the Future of Museums. MuseumNext. Mayıs. https://www.museumnext.com/article/artificial-intelligence-and-the-future-of-museums

Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) strategy. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm#:~:text=Within%20the%20AI%20Strategy%2C%20Allies,Reliability%2C%20Governability%20and%20Bias%20Mitigation

Supreme Court of India. (2021, April). *SUPACE: Portal supporting efficiency in court processes*

Supreme Court of India. (2025). *SUPACE: Supreme Court Portal for Assistance in Court*

Supreme People's Court of China. (2019, August). White paper on smart courts construction. http://www.court.gov.cn/zixun-xiangqing-208821.html

Supremo Tribunal Federal. (n.d.). Projeto Victor – Inteligência artificial no STF. AWS. (2020). VICTOR, the Brazilian Supreme Court's Artificial Intelligence. https://cloud-platform-e218f50a4812967ba1215eaecede923f.s3.amazonaws.com/uploads/sites/25/2024/03/Victor-Beauty-or-the-Beast.pdf

Suresh, Harini; Guttag, John, *A Framework for Understanding Sources of Harm throughout the Machine Learning Life Cycle* (EAAMO '21, 5-9 Ekim 2021)

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement Learning: An Introduction (2nd ed.). MIT Press

Süer, İlayda ve Müftüoğlu Zümrüt, Döngüde Etik: Yapay Zekâ Yaşam Döngüsü Yönetişimine Kapsamlı ve Multidisipliner Metodolojik Yaklaşım, 8. Uluslararası Yapay Zekâ ve Veri İşleme Sempozyumu (IDAP'24), IEEE Xplore, 2024, https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=10710652

Süer, İlayda, "Teknoloji ve Kamu Yönetimi Bülteni, Verinin Gücüyle Dönüşen Kamu Yönetimi", Tablet Dergisi, 2024, https://kamuyonetimi.org.tr/bulten/tablet-teknoloji-ve-kamu-yonetimi-bulteni-sayi-11-kasim-2024

Szegedy, C., Zaremba, W., Sutskever, I., et al. (2013). Intriguing properties of neural networks. arXiv:1312.6199

Şahban Yıldırımer, Tabii Hukuk Teorisi Bağlamında Hukukun Etik Karakteri ve Etik (Meriyeti) Geçerliliği, İÜHFM C. LXXIII, S. 1, s. 249-258, 2015 https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/230782

Tang, J., Wang, F., ve Cheng, F., (2021). Artificial Intelligence for Drug Discovery. Proceedings of the 27th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. https://doi.org/10.1145/3447548.3470796

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Gelecek Tarımda, Tarım Cebimde. https://tarimcebimde.tarimorman.gov.tr

Tarim ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele Merkez Araştirma Enstitüsü Müdürlüğü, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae

Taylor & Francis Online. (2022). Tarımda Yapay Zekânın Risklerini Yönetmek (Managing the risks of artificial intelligence in agriculture) https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/27685241.2021.2008777

TDTV, Türkiye Derin Teknolji Vakfı. https://tdtvakfi.org

Teare, G. (2024). Global Startup Funding In 2023 Clocks In At Lowest Level In 5 Years. Crunchbase News. https://news.crunchbase.com/venture/global-funding-data-analysis-ai-eoy-2023

Tebli. (2024). Tebligat süreçlerini akıllandıran platform: Tebli. https://tebli.app/blog

Tecim, V. (2024). Yapay zekâ ve işaret dili tercümesi uygulaması. V. Tecim & M. Ö. Kalaç (Ed.), *Engelsiz bilişim 2024: Teknolojide eşit fırsatlar* (s. 91-111). Kriter Yayınevi

Tecknoworks. (2025). AI adoption in pharmaceutical innovation & drug development: 2025 industry report. https://www.tecknoworks.com

Tekinalp, Ünal, Fikri Mülkiyet Hukuku, 2012

Terzi, R., Kılıç, A. E., Karaahmetoğlu, G., & Özdemir, O. B. The digital eye for mammography: deep transfer learning and model ensemble based open-source toolkit for mass detection and classification. Signal, Image and Video Processing, 19(1), 2025, 170. https://www.researchgate.net/publication/387572300_The_digital_eye_for_mammography_deep_transfer_learning_and_model_ensemble_based_open-source_toolkit_for_mass_detection_and_classification

Terzi, Ramazan, An Ensemble of Deep Learning Object Detection Models for Anatomical and Pathological Regions in Brain MRI. Diagnostics, 2023, 13(8), 1494. https://www.mdpi.com/2075-4418/13/8/1494

The Business Research Company. (2025). AI In Energy Global Market Report. https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/ai-in-energy-global-market-report

The Economist. (2017). The world's most valuable resource is no longer oil, but data. https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data

The Role of Government as a Provider of Data for Artificial Intelligence Phase 2: A practical tool for government data sharing for AI November 2024. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2024/12/Government-Data-Report-A-Practical-Tool-for-Government-Data-Sharing-for-AI.pdf

The Role of Government as a Provider of Data for Artificial Intelligence Phase 2: A practical tool for government data sharing for AI, Kasım 2024. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2024/12/07-The-Role-of-Government-as-a-Provider-of-Data-for-Artificial-Intelligence-practical-tool-for-government-data-sharing-for-AI.pdf

The White House, "American Public Submits Over 10,000 Comments on White House's AI Action Plan," *Articles*, 24.04.2025, https://www.whitehouse.gov/articles/2025/04/american-public-submits-over-10000-comments-on-white-houses-ai-action-plan/whitehouse.gov+10

The White House, "Blueprint for an AI Bill of Rights", https://bidenwhitehouse.archives.gov/ostp/ai-bill-of-rights

The White House, "White House Unveils America's AI Action Plan", 23.07.2025, https://www.whitehouse.gov/articles/2025/07/white-house-unveils-americas-ai-action-plan

The Wits Lab. Top 14 AI-Powered Web Accessibility Tools. https://blog.thewitslab.com/top-14-ai-powered-web-accessibility-tools

The World Bank, "Open Data for Economic Growth" 25.06.2014, https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Open-Data-for-Economic-Growth.pdf

Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8

Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8 s.15-16

Thilo Hagendorf, The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines, Minds and Machines (2020) 30:99–120 https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8 p.16

Thornton, A. (2019) How AI is changing arts and culture. Microsoft News. Temmuz. https://news.microsoft.com/on-the-issues/2019/07/30/ai-changing-arts-culture

Tıp tarihinde ilk: Yapay zeka hayat kurtardı. https://www.trthaber.com/haber/saglik/tip-tarihinde-ilk-yapay-zeka-hayat-kurtardi-769140.html

Ticaret Bakanlığı, "Aylık Dış Ticaret Veri Bülteni: Mayıs", https://ticaret.gov.tr/data/683d438013b876b9c40c9ebb/Ayl%C4%B1k%20D%C4%B1%C5%9F%20Ticaret%20Veri%20B%C3%BClteni_May%C4%B1s.pdf

Tilawat, M. (2025) The 2025 Global AI Adoption Report: Is Your Country Leading the Revolution? All About AI. Temmuz. https://www.allaboutai.com/resources/ai-statistics/global-ai-adoption

TRAI. (2025). Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi 2024 yılı faaliyet raporu. Türkiye Yapay Zekâ İnisiyatifi. https://turkiye.ai/wp-content/uploads/2025/05/TRAI_2024_Faaliyet_Raporu.pdf

TRENDS Research & Advisory. (2024) Artificial Intelligence in Diplomacy: Transforming Global Relations and Negotiations. TRENDS Research & Advisory. Ekim. https://trendsresearch.org/insight/artificial-intelligence-in-diplomacy-transforming-global-relations-and-negotiations

Tribunal de Contas da União (TCU). (n.d.). Uso da IA na fiscalização de despesas públicas. https://portal.tcu.gov.br

Tripathi, A., Misra, K., Dhanuka, R., ve Singh, J., (2022). Artificial Intelligence in Accelerating Drug Discovery and Development. Recent patents on biotechnology. https://doi.org/10.2174/1872208316666220802151129

Turban, E., & Aronson, J. E. (2001). Decision Support Systems and Intelligent Systems (6th ed.). Prentice Hall

Turgut Bilgiç, Ezgi, "Genel Veri Koruma İlkelerinin Yapay Zekâ Karşısında Uygulanabilirliği Sorunu", Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, YOK (57), 2024

Turgut Bilgiç, Ezgi, "Yapay Zekâ Modellerinin Kişisel Verilere İlişkin Cezai Sonuç Doğurabilecek İşlem ve Faaliyetleri." Kişisel Verilerin Korunmasına Uzman Bakış 2, Kişisel Verileri Koruma Kurumu, 2025

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, 59(236), 433–460

Turkcell'den "Geleceği Yazan Kadınlar Yapay Zeka Projesi" https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turkcellden-gelecegi-yazan-kadinlar-yapay-zeka-projesi/3397470

Turkle, S. (2011). Yalnız Birlikte: Neden Teknolojiden Daha Fazlasını, Birbirimizden Daha Azını Bekliyoruz (Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other). Basic Books

TÜBA. (2022). Enerjide YZ'nin Rolü Raporu. https://tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/TUBA-978-625-8352-19-1.pdf

TÜBİSAD, Bilişim Sanayicileri Derneği, https://tubisad.org.tr/tr

TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, Ekosistem Projeleri, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze-devam-eden-ekosistem-projeleri

TÜBİTAK BİLGEM Yapay Zekâ Enstitüsü, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze

TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr/kronoloji/

TÜBİTAK BİLGEM, https://bilgem.tubitak.gov.tr/yze-kurumsal/

TÜBİTAK Bilim Fuarları Destekleme Programı, https://bilimiz.tubitak.gov.tr/bilimFuari.htm

TÜBİTAK Bilim Merkezleri, https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar

TÜBİTAK Burslar, https://tubitak.gov.tr/tr/burslar/uluslararasi/arastirma-burs-programlari/2232-uluslararasi-lider-arastirmacilar-programi

TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler

TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1512-girisimcilik-destek-programi-bigg

TÜBİTAK Destekler, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1515-oncul-ar-ge-laboratuvarlari-destekleme-programi

TÜBİTAK Duyurular, https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/kamu-yapay-zeka-ekosistemi-2024-cagrisinda-son-asamaya-gecildi

TÜBİTAK Duyurular, https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/yapay-zeka-ekosistem-cagrisi-sonuclari-aciklandi-0

TÜBİTAK Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi, https://ulakbim.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK Yarışmalar, https://tubitak.gov.tr/tr/yarismalar

TÜBİTAK Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı, https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1812-yatirim-tabanli-girisimcilik-destek-programi-bigg-yatirim

TÜBİTAK, (2024) Kamu Yapay Zekâ Ekosistemi – 2024 Çağrısı başvurulara açıldı. Kasım. https://tubitak.gov.tr/en/announcement/public-artificial-intelligence-ecosystem-2024-call-open-application

TÜBİTAK, Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Yeni Sanayi Devrimi Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası, 27 Aralık 2016, https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/akilli_uretim_sistemleri_tyh_v27aralik2016.pdf

TÜBİTAK. (2022). Biyolojik Çeşitlilik-Doğa Koruma Ve Sürdürülebilir Kalkınma. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/2023-10/EK-14_1.pdf

TÜBİTAK. (2024) Yapay zekâ alanında "Kamu Yapay Zekâ Ekosistem 2024 Çağrısı" başvuruya açıldı!. Kasım. TÜBİTAK. https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/yapay-zeka-alaninda-kamu-yapay-zeka-ekosistem-2024-cagrisi-basvuruya-acildi

TÜBİTAK. (2025) *1711 - Yapay Zekâ Ekosistem Çağrısı* - (Çağrı No. 1711-YZE-2025), s.2

TÜBİTAK. (2025) 1711 Yapay Zekâ Ekosistem 2025 Çağrısı açıldı. Mayıs. https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/1711-yapay-zeka-ekosistem-2025-cagrisi-acildi

TÜBİTAK. (2025). 1512 - Girişimcilik Destek Programı (BiGG). https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1512-girisimcilik-destek-programi-bigg

TÜBİTAK. (2025). 1812-Yatırım Tabanlı Girişimcilik Destek Programı (BiGG Yatırım). https://tubitak.gov.tr/tr/destekler/sanayi/ulusal-destek-programlari/1812-yatirim-tabanli-girisimcilik-destek-programi-bigg-yatirim

TÜİK (2024). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması, 2024. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2024-53492

TÜİK (2024a). Ulusal Eğitim İstatistikleri, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Ulusal-Egitim-Istatistikleri-2023-53444

TÜİK (2024b). İstatistiklerle Kadın, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Kadin-2023-53675

TÜİK. (2025) İstatistiklerle Yaşlılar 2024 (Bülten No. 54079), Mart. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2024-54079

TÜİK. (2025). İstatistiksel Veri Portalı. https://data.tuik.gov.tr

Tümör tespit eden 'yapay zekâ algoritması'na yurt dışından talep - DHA, https://www.dha.com.tr/saglik-yasam/tumor-tespit-eden-yapay-zekâ-algoritmasina-yurt-disindan-talep-2257366

Türk Beyin Projesi (TBP). https://cbddo.gov.tr/projeler/tbp

Türk Beyin Projesi'nin tamamlanmasıyla beyin tümörü sınıflandırması yapabiliyoruz'. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turk-beyin-projesinin-tamamlanmasiyla-beyin-tumoru-siniflandirmasi-yapabiliyoruz/2032015

Türk hukukunda mehaz AB hukukuna uygun olarak "kişisel bilgi" değil "kişisel veri" kavramı mevzuatta kullanılmaktadır.

Türkiye Adalet Akademisi. (2023). Eğitim programlarının yapay zekâ destekli dijital dönüşümü projesi. https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/1776/taa_yapayzeka.pdf

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007 Programı). https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/1776/1007-cbddo-2023-01_0.pdf

Türkiye Bilişim Sektörünün Uluslararasılaşması ve E-Turquality (Bilişimin Yıldızları) Programı, https://ticaret.gov.tr/destekler/hizmet-sektoru-destekleri/bilisim

Türkiye Büyük Millet Meclisi Başkanı Numan Kurtulmuş'un Veriden Karara Ulusal Yapay Zekâ Zirvesi, Açılış Oturumu Konuşması

Türkiye İklim Akıllı ve Rekabetçi Tarımsal Büyüme Projesi, https://tucsap.tarimorman.gov.tr

Türkiye İstatistik Kurumu, https://www.tuik.gov.tr

Türkiye İş Kurumu, https://www.iskur.gov.tr

Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı (TÜSEB), https://www.tuseb.gov.tr

Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Uygulamaları Enstitüsü (TÜYZE), https://tuyze.tuseb.gov.tr

Türkiye'de Açık Devlet Verisi Mevzuatı Hazırlık Çalıştayı Gerçekleştirildi. https://cbddo.gov.tr/haberler/6896/turkiye-de-acik-devlet-verisi-mevzuati-hazirlik-calistayi-gerceklestirildi

TÜYAFED, Türkiye Yazılımcılar Federasyonu. https://www.tuyafed.org

TYZD, Tıpta Yapay Zekâ Derneği. https://www.tyzd.org

U.S. Embassy in Singapore. (2024) Fact sheet: U.S.-Singapore shared principles and collaboration on artificial intelligence. Haziran. https://sg.usembassy.gov/fact-sheet-u-s-singapore-shared-principles-and-collaboration-on-artificial-intelligence

U.S. Government Accountability Office. (2018). Tax Fraud and Noncompliance: IRS Could Further Leverage the Return Review Program to Strengthen Tax Enforcement. GAO-18-544. Washington, D.C.: U.S. Government Accountability Office. https://www.gao.gov/products/gao-18-544

UC Berkeley School of Information, How Artificial Intelligence Bias Affects Women and People of Color , 08.12.2021, https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/artificial-intelligence-bias

Udegbe, F. C., Ebulue, O. R., Ebulue, C. C., & Ekesiobi, C. S. (2024). AI's impact on personalized medicine: Tailoring treatments for improved health outcomes. Engineering Science & Technology Journal, 5(4), 1386–1394. https://doi.org/10.51594/estj/v5i4.1040

Ufuk Avrupa Programı, https://ufukavrupa.org.tr/tr

Ufuk Avrupa, https://ufukavrupa.org.tr/tr

Ugwa, S. (2023). Artificial Intelligence for IT strategy: Driving data-driven decision-making and business alignment

UK Information Commissioner's Office (ICO), Guidance on AI and Data Protection, 2020, Bölüm 4.2 "Anonymisation, pseudonymisation and re-identification risk", https://ico.org.uk/media/for-organisations/guide-to-data-protection/key-data-protection-themes/ai-guidance/2619783/ico-guidance-on-ai-and-data-protection.pdf

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2024). *Ulusal siber güvenlik stratejisi ve eylem planı 2024-2028*. s.28

Ulusal Telekomünikasyon ve Bilgi İdaresi. (2023). Açık temel modellerin riskleri – Toplumsal riskler ve iyi oluş (Risks of open foundation models – Societal risks and well-being). ABD Ticaret Bakanlığı. https://www.ntia.gov

Ulusal Yapay Zekâ Fabrikası. https://tubitak.gov.tr/tr/haber/ulusal-yapay-zeka-fabrikasi-kuruluyor

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi (2021-2025), (mülga) Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf

Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2024-2025 Eylem Planı. https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/UlusalYapayZekaStratejisi2024-2025EylemPlani.pdf

UMRAM Bilkent. (2023). Hukuk metinlerinde yapay zekâ uygulamaları projesi. TÜBİTAK. (2023). Proje No: 120E346. http://umram.bilkent.edu.tr/projects/ai-law

UN Global Digital Compact (2024). Global Digital Compact. https://www.un.org/digital-emerging-technologies/global-digital-compact

UN Women (2022). Innovation and Technological Change, and Education In The Digital Age for Aciıeving Gender Equality and the Empowerment of All Women and Girls. https://www.unwomen.org/sites/default/files/2023-02/230213%20BLS22613%20UNW%20CSW67.v04%20%282%29.pdf

UNCTAD (2024). Digital Economy Report 2024: Shaping an environmentally sustainableand inclusive digital future. https://unctad.org/system/files/official-document/der2024_en.pdf

UNDP (2025). Artificial Intelligence AI for Sustainable Development. https://www.undp.org/digital/ai

UNEP (2007). Environmental agreements and cleaner production. https://www.unep.org/resources/report/environmental-agreements-and-cleaner-production

UNEP (2022). Global Status Report for Buildings and Construction. https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction

UNEP (2024). Artificial Intelligence (AI) end-to-end: The Environmental Impact of the Full AI Lifecycle Needs to be Comprehensively Assessed - Issue Note. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/46288

UNEP ve ITU (2025). Coalition for Environmentally Sustainable Artificial Intelligence. https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-coalition-aims-put-artificial-intelligence-more-sustainable-path

UNESCO (2023). The Teachers We Need for the Education We Want: The Global Imperative to Reverse the Teacher Shortage. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001

UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Yapay Zekâ İzleme Grubu için bkz. UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Yapay Zekâ İzleme Grubu, https://www.unesco.org.tr/Pages/702/324/Yapay-Zek%C3%A2-%C4%B0zleme-Grubu

UNESCO, "Consultation Paper on AI Regulation: Emerging Approaches Across the World" (Digital Transformation CI/DIT/2024/CP/01), https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390979

UNESCO, "Paving the Way: UNESCO Informs AI Regulation in Latin America", 16.08.2024, https://www.unesco.org/en/articles/paving-way-unesco-informs-ai-regulation-latin-america#:~:text=On%2013%20and%2014%20June,parliamentarians%20from%20across%20the%20region

UNESCO, "Readiness Assessment Methodology", https://www.unesco.org/ethics-ai/en/ram

UNESCO, "Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence", https://www.unesco.org/en/articles/recommendation-ethics-artificial-intelligence

UNESCO, "UNESCO launches open consultation to inform AI governance", 19.08.2024, https://www.unesco.org/en/articles/unesco-launches-open-consultation-inform-ai-governance

UNESCO. (2021). Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education

UNESCO. Promoting Ethical Principles for Artificial Intelligence 2nd Global Forum. https://www.unesco.org/en/articles/promoting-ethical-principles-artificial-intelligence-2nd-global-forum?hub=99488

UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137

UNGA "Seizing the opportunities of safe, secure and trustworthy artificial intelligence systems for sustainable development"

UNICEF (2024). Ulusal Nüfus İçerisinde Okul Dışı Kalmış Çocuklara Yönelik Analiz Raporu: Türkiye Ülke Raporu. https://www.unicef.org/turkiye/media/18051/file/pdf

UNITAR (2024). Global E-waste Monitor 2024. Global e-Waste Monitor 2024: Electronic Waste Rising Five Times Faster than Documented E-waste Recycling. https://unitar.org/about/news-stories/press/global-e-waste-monitor-2024-electronic-waste-rising-five-times-faster-documented-e-waste-recycling

United Nations Development Programme (UNDP) & United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2023). Innovation in disaster management: Leveraging technology to save more lives. Connecting Business Initiative. https://connectingbusiness.org

United Nations Development Programme, "Veri Yönetişimi Çerçevesi - Türkiye için Tavsiye Raporu", 01.04.2024, https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/veri-yonetisimi-cercevesi-turkiye-icin-tavsiye-raporu

United Nations Economic Commission for Europe, "Framework Document for Automated/Autonomous Vehicles", https://unece.org/info/publications/pub/365097

United Nations General Assembly, Human Rights Council, Forty-Eighth Session Report – The Right to Privacy in the Digital Age (13 Eylül–1 Ekim 2021), https://www.ohchr.org/en/calls-for-input/2021/right-privacy-digital-age-report-2021

United Nations, “Universal Declaration of Human Rights”, https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights

United States Congress Joint Economic Committee. (2020) Contribution of the arts and culture sector to the economy. https://www.jec.senate.gov/public/_cache/files/06b9b94e-939a-411b-9765-ed0a7ffbfa93/contribution-of-the-arts-and-culture-sector-to-the-economy-final.pdf

University of Cambridge. (23 Şubat 2022). Gıda Üretiminde Yapay Zekâ Kullanımının Riskleri Önemlidir ve Göz Ardı Edilmemelidir (Risks of using AI to grow our food are substantial and must not be ignored, warn researchers) https://www.cam.ac.uk/research/news/risks-of-using-ai-to-grow-our-food-are-substantial-and-must-not-be-ignored-warn-researchers

University of Notre Dame. (2024). Yapay Zekânın Tarım ve Gıda Hizmetlerine Etkisi (İşgücü Piyasalarına Odaklanarak) (The impact of artificial intelligence on agriculture and food services (focus on labor markets)) https://aegai.nd.edu/latest/the-impact-of-artificial-intelligence-on-agriculture-and-food-services-focus-on-labor-markets

Upadhyay, V. (2023). Turkey artificial intelligence (AI) in healthcare market report 2022 to 2030. Insights 10. https://10insights10.com/report/turkey-artificial-intelligence-ai-in-healthcare-market-analysis

US Commercial Service. (2021). Top Global Artificial Intelligence Markets. https://www.trade.gov/sites/default/files/2022-05/Top%20Global%20AI%20Markets%20Report%204.20%20%282%29%20%281%29.pdf

US Department of Commerce – Bureau of Industry and Security, “Department of Commerce Announces Recission of Biden-Era Artificial Intelligence Diffusion Rule, Strengthens Chip-Related Export Controls”, 13.05.2025, https://www.bis.gov/press-release/department-commerce-announces-recission-biden-era-artificial-intelligence-diffusion-rule-strengthens-chip

US Department of Commerce, “Statement from U.S. Secretary of Commerce Howard Lutnick on Transforming the U.S. AI Safety Institute into the Pro-Innovation, Pro-Science U.S. Center for AI Standards and Innovation”, 03.06.2025, https://www.commerce.gov/news/press-releases/2025/06/statement-us-secretary-commerce-howard-lutnick-transforming-us-ai

US Food & Drug Administration, “Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based.:Jf/<X Software as a Medical Device (SaMD) Action Plan”, 2021, https://www.fda.gov/media/145022/download?attachment

US Food & Drug Administration, “Good Machine Learning Practice for Medical Device Development: Guiding Principles”, https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/good-machine-learning-practice-medical-device-development-guiding-principles

US Food & Drug Administration, “Predetermined Change Control Plans for Machine Learning-Enabled Medical Devices: Guiding Principles”, https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/predetermined-change-control-plans-machine-learning-enabled-medical-devices-guiding-principles

US Food & Drug Administration, “Proposed Regulatory Framework for Modifications to Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based Software as a Medical Device (SaMD)”, https://www.fda.gov/media/122535/download?attachment

US Food & Drug Administration, “Transparency for Machine Learning-Enabled Medical Devices: Guiding Principles”, https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/transparency-machine-learning-enabled-medical-devices-guiding-principles

US State AI Governance Legislation Tracker, IAPP(21 Nisan 2025) https://iapp.org/resources/article/us-state-ai-governance-legislation-tracker/

USDA. (2024). İklime Akıllı Ürünler Ortaklık Proje Özetleri (Partnerships for climate-smart commodities project summaries) https://www.usda.gov/climate-solutions/climate-smart-commodities/projects

Utah State Legislature, “S.B. 149 Artificial Intelligence Amendments”, https://le.utah.gov/~2024/bills/static/SB0149.html

Ünker, P. (2023). Yapay zeka: Türkiye'yi 2024'te ne bekliyor? DW. https://www.dw.com/tr/yapay-zeka-t%C3%BCrkiyeyi-2024te-ne-bekliyor/a-67814728

Ünlü, S. (2025) e-Devlet'ten memnuniyet oranı 2024'te yüzde 95,81'e yükseldi. Şubat. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/e-devletten-memnuniyet-orani-2024te-yuzde-95-81e-yukseldi/3481903

Üreten Sağlık Modeli Tanıtım Toplantısı, https://tuspe.tuseb.gov.tr/haberler/ureten-saglik-modeli-tanitim-toplantisi-20250204

Van Buren, E. (2025) *AI: Can smart technologies drive government efficiency?*. Ocak. Deloitte Insights

Van der Maaten, L., & Hinton, G. (2008). Visualizing Data using t-SNE. Journal of Machine Learning Research

Van Gogh Expo. https://vangoghexpo.com

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. In Advances in neural information processing systems (Vol. 30)

VCU Partnership for People with Disabilities. (2024) Empowering accessibility: The transformative role of AI for people with disabilities. Ocak. https://blogs.vcu.edu/partnership/2024/01/29/empowering-accessibility-the-transformative-role-of-ai-for-people-with-disabilities

Velsberg, O. Hits, misses, and lessons learned: How Estonia delivers public services in the age of AI. AI for Good. https://aiforgood.itu.int/hits-misses-and-lessons-learned-how-estonia-delivers-public-services-in-the-age-of-ai

Veri Yönetişimi Çerçevesi - Türkiye için Tavsiye Raporu, 1 Nisan 2024. https://www.undp.org/tr/turkiye/publications/veri-yonetisimi-cercevesi-turkiye-icin-tavsiye-raporu

Vertical Farm Daily. (2024). Dikey Tarımda Kullanılan Yapay Zekâ Teknolojilerine Bakış (A look at the AI technology involved in vertical farming) https://www.verticalfarmdaily.com/article/9689695/a-look-at-the-ai-technology-involved-in-vertical-farming

Wachter, S., Mittelstadt, B., & Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the general data protection regulation. International data privacy law, 7(2), 76-99

Warren, Samuel D. ve Brandeis, Louis D., "The Right to Privacy", Harvard Law Review, C. 4, S. 5, 1890, https://groups.csail.mit.edu/mac/classes/6.805/articles/privacy/Privacy_brand_warr2.html

Waskom, M. et al. (2020). Seaborn: Statistical Data Visualization. Zenodo

We Are Social ve Meltwater (2025) Digital 2025: Global Overview Report. https://datareportal.com/reports/digital-2025-global-overview-report

WEF (2024b). 9 ways AI is helping tackle climate change https://www.weforum.org/stories/2024/02/ai-combat-climate-change

WEF (2025). Industries in the Intelligent Age' at Davos 2025. https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions

WEF 2024a. AI and energy: Will AI help reduce emissions or increase power demand? Here's what to know. https://www.weforum.org/stories/2024/07/generative-ai-energy-emissions

Wei, N.W. (2024). How generative AI can open new frontiers in public service delivery (and what's needed to get there). Ethos Issue 27. https://knowledge.csc.gov.sg/how-generative-ai-can-open-new-frontiers-in-public-service-delivery-and-what-s-needed-to-get-there

WHO, WHO Calls for Safe and Ethical AI for Health (16 Mayıs 2023), https://www.who.int/news/item/16-05-2023-who-calls-for-safe-and-ethical-ai-for-health

Wilkinson, L. (2024) Improving legislative drafting with Lex. AI in Government. Ağustos. Central Digital and Data Office. https://ai.gov.uk/blogs/improving-legislative-drafting-with-lex

Willekens, Q. (2025) New Era of Immersive Experiences: 28 Immersive Art Exhibits and Museums Around the World in 2025. Rustic Pathways. Temmuz. https://rusticpathways.com/inside-rustic/online-magazine/new-era-immersive-experiences-vr-ar-mr-art-exhibits-museums-worldwide

Williamson, (2024)A. World e-Parliament report 2024. Inter-Parliamentary Union. https://www.ipu.org

Williamson, A. (2024) World e-Parliament report 2024. Inter-Parliamentary Union. https://www.ipu.org/resources/publications/reports/2024-xx/world-e-parliament-report-2024

Wirtschafter, V. (2025) For AI to make government work better, reduce risk and increase transparency. Ocak. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/articles/for-ai-to-make-government-work-better-reduce-risk-and-increase-transparency

Woollacott, E. (2024) Gartner reveals the top trends for government technology use in 2024. IT Pro. Nisan. https://www.itpro.com/business/public-sector/gartner-reveals-the-top-trends-for-government-technology-use-in-2024

World Economic Forum (2020). Schools of the Future Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. https://www.weforum.org/publications/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution

World Economic Forum (2023). Future of Jobs Report 2023. Insight Report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

World Economic Forum (2024). Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education 4.0. Insight Report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Learning_2024.pdf

World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025. World Economic Forum. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf

World Economic Forum. (Ocak 2025). Dijitalleşme ve Yapay Zekâ Yoluyla Yenileyici Tarım Sunumu (Delivering regenerative agriculture through digitalization and AI) https://www.weforum.org/stories/2025/01/delivering-regenerative-agriculture-through-digitalization-and-ai

World Economic Forum. (Ocak 2025). Zekâ Çağına Girerken Dijital Uçurumu Kapatmak (Closing the digital divide as we enter the Intelligent Age) https://www.weforum.org/stories/2025/01/digital-divide-intelligent-age-how-everyone-can-benefit-ai

World Health Organization & United Nations Children's Fund. (2022). Global report on assistive technology. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/354357

Wynn, J., Whitmore, G., Upton, L., Spriggs, D., McKinnon, R., McInnes, R., et al. (2011).Threat Assessment and Remediation Analysis (tara).Bedford, MA: MITRECorporation. Available at: https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA576473.pdf

Xie, W., Cheng, X., Ding, Z., Deng, R., ve Gu, D., (2021). Abstract 278: Artificial intelligence accelerate drug discovery. Cancer Chemistry. https://doi.org/10.1158/1538-7445.AM2021-278

Xu, T., Wang, H., & Shen, K. (2024). A-Mem: Adaptive Memory Architectures for LLM-based Multi-Agent Collaboration

Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, "Gradient-based learning applied to document recognition," Proceedings of the IEEE,2 vol. 86, no. 11, pp. 2278–2324, Nov. 1998

Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," Nature 2015 521:7553, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, May 2015, doi: 10.1038/nature14539

Yadron, Danny ve Tynan, Dan, "Tesla driver dies in first fatal crash while using autopilot mode", The Guardian, 30.06.2016, https://www.theguardian.com/technology/2016/jun/30/tesla-autopilot-death-self-driving-car-elon-musk

Yapay Zekâ Fabrikası, https://www.yapayzekafabrikasi.com.tr

Yapay Zekâ Kanun Teklifi, TBMM, https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/e21539a0-888a-4500-81be-01904a918c53

Yapay Zekâ Komitesi, Avrupa Konseyi https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/cai

Yapay Zekâ ve Teknoloji Akademisi, https://yapayzekaveteknolojiakademisi.com

Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2000/3250 K: 2000/4072 T: 11.05.2000

Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2006/934 K: 2007/4555 T: 13.03.2007

Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2020/1245 K: 2021/469 T: 26.01.2021

Yargıtay 11. Hukuk Dairesi, E: 2020/2331 K: 2021/2786 T: 23.03.2021

Yargıtay 4. Hukuk Dairesi, E: 2019/979 K: 2019/2679 T: 08.05.2019

Yargıtay Ceza Genel Kurulu, E: 2012/12-1510 K: 2014/331 T: 17.06.2014

Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, E: 2017/134 K: 2020/474 T: 24.06.2020

Yargıtay Hukuk Genel Kurulu, E: 2017/7 K: 2020/185 T: 20.02.2020

Yargıtay İçtihat Merkezi https://www.yargitay.gov.tr/item/1764/yargitay-ictihat-merkezi

Yarsuvat, Duygun, Türk Hukukunda Eser Sahibi ve Hakları, 1984

Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK) 2024 Yılı Eylem Planı. https://www.yoikk.gov.tr/upload/EylemPlanlari/2023EP/YOI%CC%87KK_2024_Eylem_Plan%C4%B1_WEB.pdf

Yatırım Ortamını İyileştirme Koordinasyon Kurulu (YOİKK), "2024 Yılı Eylem Planı", https://www.yoikk.gov.tr/upload/EylemPlanlari/2023EP/YOI%CC%87KK_2024_Eylem_Plan%C4%B1_WEB.pdf

Yazan Zekâ Programı, https://www.yazanzeka.org

Yerli ve milli yapay zeka ekosistemi "üniversiteli gençler" ile büyüyecek. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-yapay-zeka-ekosistemi-universiteli-gencler-ile-buyuyecek/3107820

Yıldız, A. (2024) Kültür ve Turizm Bakanı Ersoy: Turizmde yapay zekâ sadece bir yenilik değil, devrimdir. Anadolu Ajansı. Kasım. https://www.aa.com.tr/tr/kultur/kultur-ve-turizm-bakani-ersoy-turizmde-yapay-zeka-sadece-bir-yenilik-degil-devrimdir/3399783

Yılmaz, A. (2023) Meclis'in hafızası stenografiara "yapay zeka" desteği geliyor. Ekim. Anadolu Ajansı. https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/meclisin-hafizasi-stenografiara-yapay-zeka-destegi-geliyor/3029658

Yılmaztekin, Hasan Kadir, "Türk Fikri Haklar Hukuku Yapay Zekâ Tarafından Meydana Getirilen Eserleri Korumak İçin Hazır Mı?", Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C. 2, 2020

Yılmaztekin, Hasan Kadir, Yapay Zekânın Eser Sahipliği, 2021

Yogeshappa, V. G. (2024). AI-driven precision medicine: Revolutionizing personalized treatment plans. International Journal of Computer Engineering and Technology (IJCET), 15(5), 455–474. https://doi.org/10.5281/zenodo.13843057

Yorgancıoğlu Tarcan, G., Yalçın Balçık, P., & Sebik, N. B. (2024) Türkiye ve dünyada sağlık hizmetlerinde yapay zekâ. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 14(1), 50-60. https://doi.org/10.31020/mutftd.1278529. s.55

Yüksel, Mehmet, Hukuk Sosyolojisi Yazıları, Siyasal Kitabevi, Ankara 2011

YZTD, Yapay Zekâ ve Teknoloji Derneği, https://yztd.org.tr

YZVBD, Yapay Zekâ ve Veri Bilimi Derneği, https://yzvb.org

Z. Niu et al., "Recurrent attention unit: A new gated recurrent unit for long-term memory of important parts in sequential data," Neurocomputing, vol. 517, pp. 1–9, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.NEUCOM.2022.10.050

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 8(3), 338–353

Zhang, C., & Snow, J. (2025, 16 Haziran). Toplumda dijital güvenin çöküşü: Yapay zekânın iletişim üzerindeki etkisi (*The destruction of digital trust in society: The impact of AI on communication*). LinkedIn. https://www.linkedin.com

Zhang, C., Bengio, S., Hardt, M., Recht, B., & Vinyals, O. (2017). Understanding deep learning requires rethinking generalization. ICLR

Zhang, Y., Khan, A., & Rossi, P. (2025). On the Hallucination Problem in Large Language Models. Proceedings of NeurIPS 2025, 3421–3430

Zhang, X., Carleo, G., Carrasquilla, J., Zdeborová, L., ve Tocchio, L. F. (2025). Artificial intelligence for science in quantum, atomistic, and continuum systems (arXiv preprint No. 2307.08423). arXiv. https://arxiv.org/abs/2307.08423

Zhao, Y., & Li, J. (2024) Opportunities and challenges of integrating artificial intelligence in China's elderly care services. Scientific Reports, 14(9254). https://doi.org/10.1038/s41598-024-60067-w

Zhou, E. B., & Lee, D. (2024) Generative artificial intelligence, human creativity, and art. PNAS Nexus, 3(3). https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052

Zoccoli, A., Velez, C. N., Geukes Foppen, R. J., ve Gioia, V. (2025). Early evidence and emerging trends: How AI is shaping drug discovery and clinical development. Drug Target Review. https://www.drugtargetreview.com/article/158593/early-evidence-and-emerging-trends-how-ai-is-shaping-drug-discovery-and-clinical-development

Zuboff, S. (2019). The Age of Surveillance Capitalism. PublicAffairs. Gelecek Yönelimler ve Açık Problemler

Жасалма Интеллект Боюнча Семинар / KTMÜ - 2024 Yapay Zeka Atölyesi. https://www.youtube.com/watch?v=887QKpw-cIY

人工智能全球治理行动计划（全文）, https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202507/content_7033929.htm

TBMM Basımevi - 2026

Türkiye Büyük Millet Meclisi (Sıra Sayısı: 260)