

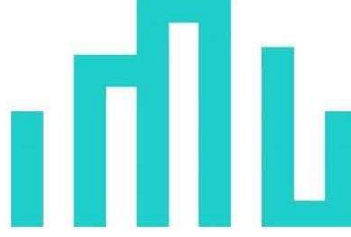
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÖZEL HUKUK ANABİLİM DALI

Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi

Yüksek Lisans Tezi

Ayşenur Tuna

Haziran 2025



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ÖZEL HUKUK ANABİLİM DALI

Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi

Yüksek Lisans Tezi

Ayşenur Tuna

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin Ekici

Haziran 2025

TEZ JÜRİSİ ONAYI

Ayşenur Tuna tarafından hazırlanan "Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi" başlıklı bu Yüksek Lisans Tezi, Özel Hukuk Anabilim Dalı'nda hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin Ekici
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Hamza Tüzgen
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Furkan Akıncı
Boğaziçi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 16/06/2025

BEYANLAR

Yazım ve Kaynak Gösterme Kılavuzu Beyanı

Danışmanlığımda yazılan bu tezin Chicago yazım ve kaynak gösterme kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak yapılandırıldığı ve bu kılavuzun dipnot kaynak gösterme standartlarının bu tezde tutarlı olarak uygulandığı tarafımdan incelenerek teyit edilmiştir.

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin Ekici

Etik İlkelerine Sadakat Beyanı

Hazırladığım bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

İmza

Ayşenur Tuna

ÖZET

Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi

Tuna, Ayşenur

Yüksek Lisans Tezi, Özel Hukuk Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin Ekici

Haziran 2025

Yapay zekâ teknolojileri birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılmakta olup bu durum sağladığı avantajların yanında birtakım endişeler barındırmaktadır. Sağlık hizmetinin her aşamasında yapay zekâ sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bu kullanımlar ile hem sağlık merkezleri hem hastalar hem de hekimler yönünden pek çok avantaj ortaya çıkmaktadır. Ancak yapay zekânın genel kullanımından doğan kaygılar, sağlık alanındaki uygulamalar açısından da geçerli olup bazen bu riskler genel kullanımdan çok daha ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Bu riskler çalışmamızda; gizlilik ve güvenlik, algoritmik hata ve önyargı, etik ve hukuki problemler, yapay zekâ sistemlerine uyum, insan-makine etkileşiminden kaynaklanabilecek sorunlar şeklinde gruplandırılmış ve detaylıca açıklanmıştır.

Yapay zekânın risklerinden doğacak zararların önlenmesi için önceleri bazı düzenleyici ilkeler getirilirken Avrupa Birliği'nin ilk Yapay Zekâ Yasası'nı kabul etmesi, sonrasında ABD'nin Colorado eyaletinde ve Güney Kore Ulusal Meclisi'nde kabul edilen düzenlemelerle bu alanda bağlayıcı kurallar benimsenmiştir. Bu bağlayıcı regülasyonların yer bakımından ve uygulanacak ürünler açısından en kapsamlı olanı Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası'dır. Bu düzenleme risk temelli bir yaklaşım benimsemiş, yapay zekâ sistemlerini risk düzeyine göre gruplandırarak her bir risk grubu için farklı yükümlülükler öngörmüştür. Bu yükümlülükler, yapay zekâ sistemlerinin kullanımı açısından öngörülen koşullara ilişkin olup kullanımdan doğan sorumluluğu kapsamamaktadır.

Bu tezde; yapay zekâyâ ilişkin temel kavramlar açıklandıktan sonra öncelikle sağlık alanında kullanılan yapay zekâ sistemleri örneklendirilmiş, bu kullanımlara ilişkin riskler ile risklerin azaltılması yahut önlenmesi için alınabilecek önlemlere yer verilmiştir. Daha sonra yapay zekâ alanında yapılan yasal düzenlemeler ve ilkeler incelenerek sağlık alanındaki yapay zekâ kullanımlarından doğan risklerin, risk temelli yaklaşımı esas alan bu düzenlemeler kapsamında giderilmesinin mümkün olup olmadığı hakkında değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Sağlık Teknolojileri, Risk Yönetimi, Klinik Karar Desteği, Etik ve Güvenlik

ABSTRACT

An Evaluation of the Use of Artificial Intelligence in Healthcare

Tuna, Ayşenur

Master's Thesis, Department of Private Law

Supervisor: Asst. Prof. Şerafettin Ekici, Ph.D.

June 2025

Artificial intelligence (AI) technologies, while advantageous across sectors, present notable concerns. In healthcare delivery, AI systems offer benefits to institutions, patients, and physicians, yet the risks can exceed those in other domains. This study categorizes these risks under: privacy and security, algorithmic errors and bias, ethical and legal issues, adaptation challenges, and human-machine interaction problems.

While some guiding principles were initially introduced to mitigate the potential harms of AI-related risks, the adoption of the European Union's first Artificial Intelligence Act, followed by similar binding regulations in the state of Colorado in the United States and in the National Assembly of South Korea, marked a shift towards enforceable rules in this area. Among these, the EU Artificial Intelligence Act stands out as the most comprehensive regulation in terms of geographical scope and range of applicable AI systems. This regulation adopts a risk-based approach by classifying AI systems according to their risk levels and imposing different obligations for each category. These obligations address AI systems' operational conditions but exclude liability considerations arising from their implementation.

In this thesis, after elucidating fundamental artificial intelligence concepts, healthcare AI applications are exemplified, followed by an analysis of associated risks and potential preventive or mitigative measures. Subsequently, the legal regulations and principles established in the field of artificial intelligence are examined, and an assessment is conducted regarding whether it is possible to address the risks arising from the use of artificial intelligence in healthcare within the framework of these regulations that adopt a risk based approach.

Keywords: Artificial Intelligence, Medical Technologies, Risk Management, Clinical Decision Support, Ethics and Safety

TEŞEKKÜR

Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi başlıklı bu çalışmanın akademik literatüre katkı sunmasını temenni ederek bu tez çalışmasının yürütülmesi ve tamamlanmasında katkı sağlayan kişi ve kurumlara teşekkürü borç bilirim.

Öncelikle tez danışmanım ve değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin Ekici'ye, araştırma ve tez yazım aşamalarındaki kıymetli yönlendirmeleri, bilimsel katkıları ve destekleyici tutumu için en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez jürimde yer alan Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Hamza Tüzgen'e ve Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Furkan Akıncı'ya yapıcı eleştirileri, katkıları ve değerlendirmeleri için minnettarım.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında desteklenmiştir. Bu destek dolayısıyla Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederim. Bu tezde ifade edilen görüşler yazarına ait olup TÜBİTAK'ın görüşlerini yansıtmamaktadır.

Akademik yolculuğum boyunca her zaman yanımda olan ve beni koşulsuzca destekleyen kıymetli aileme ve düşünsel ve duygusal desteklerini her zaman hissettiğim sevgili arkadaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR	xi
GİRİŞ.....	1
1. YAPAY ZEKÂ: TANIM, İLİŞKİLİ KAVRAMLAR VE SINIFLANDIRMALAR.....	2
1.1. Tanım	2
1.2. Yapay Zekâ ile İlişkili Kavramlar	3
1.2.1. Veri	4
1.2.1.1. Kişisel Veri	5
1.2.1.2. Özel Nitelikli Kişisel Veri.....	5
1.2.1.3. Büyük Veri	6
1.2.2. Yapay Sinir Ağları.....	8
1.2.3. Makine Öğrenmesi ve Türleri.....	9
1.2.3.1. Gözetimli öğrenme, Gözetimsiz Öğrenme ve Yarı Gözetimli Öğrenme.....	10
1.2.3.2. Pekiştirmeli öğrenme.....	12
1.2.3.3. Derin öğrenme.....	12
1.2.4. Veri Madenciliği	13
1.2.5. Doğal Dil İşleme ve Büyük Dil Modelleri	14
1.3. Yapay Zekâya İlişkin Sınıflandırmalar.....	15
1.3.1. Zayıf ve Güçlü Yapay Zekâ.....	15
1.3.2. Dar, Genel ve Süper Yapay Zekâ.....	16
1.3.3. Reaktif, Sınırlı Hafızalı, Zihin Teorisine Dayalı ve Kendilik Algısı Olan Yapay Zekâ.....	17
2. SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI.....	18
2.1. Tarama ve Teşhis.....	19
2.1.1. Tarama ve Teşhis Aşamasındaki Kullanımlar	21
2.2. Triyaj Aşamasındaki Kullanımlar	25
2.3. Tedavi Alanındaki Kullanıma İlişkin Örnekler	27
2.3.1. Cerrahi alandaki kullanımlar	28
2.3.2. Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar.....	31
2.4. İlaç Geliştirilmesi ve Test Edilmesi ile İlaçla Tedavi Alanlarında YZ Kullanımı.....	34
2.5. Sağlık Hizmetlerinin Yönetimi ve Planlanmasında Kullanılması	37
2.6. Sağlık Çalışanlarının Eğitim Süreçlerinde ve Klinik Araştırmalarda YZ Kullanımı	40
2.7. Kamu Sağlığı Gözetiminde YZ Kullanımları	42
3. YAPAY ZEKÂNIN SAĞLIK ALANINDA TAŞIDIĞI RİSKLER VE BUNLARIN AZALTILMASI İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER.....	43
3.1. Veri Gizliliği ve Güvenlik Sorunları.....	44
3.2. Algoritmik Önyargılar	55
3.3. Algoritmik Hatalar.....	62

3.4.	<i>Etik ve Hukuki Sorunlar</i>	64
3.5.	<i>Sağlık Çalışanlarının YZ Sistemlerine Uyumu</i>	74
3.6.	<i>İnsan-Makine Etkileşimi ve Güven</i>	75
3.7.	<i>Diğer Riskler</i>	77
4.	SAĞLIKTA YZ KULLANIMINA İLİŞKİN REGÜLASYONLAR: RİSK TEMELLİ YAKLAŞIM	79
4.1.	<i>Avrupa Birliği: 2024 Yapay Zekâ Yasası (EU AI Act)</i>	80
4.1.1.	Tarihsel Süreç	80
4.1.2.	Amaç, Kapsam ve Temel İlkeler	82
4.1.2.1.	Amaç	82
4.1.2.2.	Kapsam	82
4.1.2.3.	Temel İlkeler.....	86
4.1.3.	Risk Kategorizasyonu	86
4.1.3.1.	Kabul Edilemez Riskli YZ Sistemleri	87
4.1.3.2.	Yüksek Riskli YZ Sistemleri	89
4.1.3.3.	Sınırlı Riskli YZ Sistemleri.....	91
4.1.3.4.	Minimum Riskli YZ Sistemleri	93
4.1.3.5.	Genel Amaçlı YZ Uygulamaları	93
4.1.4.	AB YZ Yasası'nın Sağlık Alanındaki YZ Sistemleri İçin Uygulanması	95
4.1.5.	Sağlıkta Kullanılan Yüksek Riskli YZ Sistemleri için Gereklilikler.....	97
4.2.	<i>Diğer Bazı Ülkelerdeki Regülasyonlar ve Düzenleyici İlkeler</i>	102
4.2.1.	Amerika Birleşik Devletleri (ABD)	102
4.2.2.	Güney Kore: YZ'nin Geliştirilmesi ve Güven Tesisine İlişkin Kanunu.....	106
4.2.3.	Çin.....	110
4.2.4.	Türkiye: YZ Alanında Regülasyon Çalışmaları ve Temel İlkeler	111
5.	SAĞLIKTA YZ KULLANILMASININ RİSK TEMELLİ YAKLAŞIM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	115
5.1.	<i>Sağlıkta YZ Kullanımında Regülasyonların Etkinliği ve Sınırlılıkları</i>	115
5.1.1.	Minimum Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi	116
5.1.2.	Sınırlı Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi	118
5.1.3.	Yüksek Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi.....	121
5.1.4.	Genel Amaçlı YZ Uygulamalarının Sağlıkta Kullanılması.....	126
5.2.	<i>İnovasyon ve Güvenlik Dengesi</i>	127
5.3.	<i>Sağlıkta YZ Kullanımı ile İlişkili Aktörler için Öneriler</i>	131
5.3.1.	YZ Alanında Yasal Düzenleme Yapanlar için Öneriler	131
5.3.2.	Sağlık Merkezleri için Öneriler	133
5.3.3.	YZ Geliştiricileri için Öneriler.....	135
6.	SONUÇ	135
	KAYNAKÇA	141

KISALTMALAR

AB	:	Avrupa Birliği
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
AI	:	Artificial Intelligence (Yapay Zekâ)
AİHS	:	Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi
bkz.	:	Bakınız
CBDDO	:	Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
E.	:	Esas
ESA	:	Evrişimsel Sinir Ağı
EU	:	European Union (Avrupa Birliği)
FDA	:	Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
GDPR	:	Avrupa Veri Koruma Tüzüğü
IVDR	:	In Vitro Diagnostic Medical Devices Regulation (In Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlara İlişkin Yönetmelik)
K.	:	Karar
KOBİ	:	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KVKK	:	6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
KVK Kurumu	:	Kişisel Verileri Koruma Kurumu
m.	:	Madde
MDR	:	Medical Device Regulation (Tıbbi Cihaz Yönetmeliği)
NIST	:	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
PET	:	Privacy Enhancing Technologies (Gizlilik Artırıcı Teknikler)
PPFL	:	Privacy Preserving Federated Learning

(Gizlilik Koruyucu Federatif Öğrenme)

R.G.	:	Resmî Gazete
s.	:	Sayfa
T.	:	Tarih
TBK	:	6098 Sayılı Türk Borçlar Kanunu
TBMM	:	Türkiye Büyük Millet Meclisi
T.C.	:	Türkiye Cumhuriyeti
TCY	:	Tıbbi Cihaz Yönetmeliği
TDK	:	Türk Dil Kurumu
TMK	:	4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu
ÜGTDK	:	7223 Sayılı Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu
vb.	:	Ve benzeri
vd.	:	Ve devamı
YSA	:	Yapay Sinir Ağı
YZ	:	Yapay Zekâ

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler büyük bir hızla ilerlerken bu gelişme alanlarının en popüler olanlarından biri yapay zekâ (YZ) gibi görünmektedir. YZ, sağladığı sayısız avantaj ile pek çok sektörde hızla kullanım alanı bulmaktadır. Sağlık sektörü de bu alanlardan bir tanesidir. Sağlık hizmetinin sunulmasında YZ çok önemli bir potansiyel taşıdığı gibi hali hazırdaki kullanımları, bu potansiyelin büyüklüğünü anlamamıza yardım etmektedir.

Sağlık alanındaki YZ kullanımları, hastaneler, hekimler ve hastalar için çeşitli avantajlar sağlayabileceği gibi önemli riskleri de gündeme getirebilir. Bu riskler, sağlık alanındaki verilerin hassas niteliği ve hastanın hayatını veya vücut bütünlüğünü etkileme ihtimali nedeniyle dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. YZ alanında risk temelli bir yaklaşımı esas alan yasal düzenlemelerin, sağlık alanındaki YZ kullanımlarına bağlı riskleri önlemekte yeterli olup olmayacağı ise önemli bir tartışma konusudur. Çalışmamızda bu tartışma çerçevesinde detaylı değerlendirmeler yapılması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda sağlık alanındaki mevcut YZ kullanımları tespit edilecek ve halihazırda mevcut olmamakla birlikte kullanım potansiyeli bulunan YZ uygulamaları hakkında bilgi verilecektir. Bu kullanımlar açısından oluşabilecek riskler, yapılacak literatür taraması sonucu kategorize edilmek suretiyle incelenecektir. Sonrasında YZ alanındaki regülasyonlardan bahsedilecek; özellikle Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası'nın (AB YZ Yasası) risklerin azaltılması ve önlenmesine odaklanarak getirmiş olduğu hükümler çerçevesinde sağlık alanındaki YZ kullanımı değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeler esnasında güncel literatürün ve gelişmelerin incelenmesi yöntemi tercih edilecektir. Böylece çalışma konumuz hakkındaki güncel gelişme ve değerlendirmelerin kapsamlı bir şekilde ele alınması sağlanmış olacaktır.

Çalışma konusu incelenirken öncelikle; YZ ve ilişkili kavramların tanımları ele alınacak, sonrasında sağlık sektöründe YZ'nin kullanım alanları süreç bazlı olarak incelenecek, bu kullanımlardan doğan riskler, belirli gruplandırmalar altında sıralanarak risklerin azaltılması için alınabilecek tedbirler belirtilecek, mevcut hukuki düzenlemeler irdelenecek ve son olarak bu hukuki düzenlemeler ve risk temelli yaklaşım çerçevesinde sağlık alanındaki YZ kullanımına bağlı risklerin ortadan kaldırılmasının mümkün olup olmadığı tartışılacaktır. Bu tartışma sonucunda ise sağlık sektöründe YZ'nin güvenli ve etkin kullanımına yönelik öneriler sunulacaktır.

1. YAPAY ZEKÂ: TANIM, İLİŞKİLİ KAVRAMLAR ve SINIFLANDIRMALAR

1.1. Tanım

Yapay zekâ, kavram olarak ilk kez 1955 yılında John McCarthy ve arkadaşlarının “Dartmouth Yaz Araştırma Projesi için Yapay Zekâ Üzerine Bir Öneri” isimli proje önerisinde kullanılmıştır. Bu öneri metninde YZ hakkında yapılacak çalışmalar ile makinenin; öğrenmeyi veya zekânın herhangi bir yönünü taklit edebilmesinin, dili kullanmasının, insanlara özgü problemleri çözmesinin ve kendi kendisini geliştirmesinin hedeflendiği açıklanmıştır.¹ Bu açıklama aynı zamanda ilk kez ortaya atılan YZ kavramının tanımı için bir çerçeve sunmaktadır. Günümüzde ise YZ alanında çokça ilerleme kaydedilmiştir. Dolayısıyla temel çerçeve büyük ölçüde aynı kalsa da farklılaşmış YZ tanımları ortaya çıkmıştır.

Türk Dil Kurumu tarafından YZ; “Bir bilgisayarın, bilgisayar kontrolündeki bir robotun veya programlanabilir bir aygıtın insana benzer biçimde algılama, öğrenme, fikir yürütme, karar verme, sorun çözme, iletişim kurma vb. işlevleri sergileyebilme yeteneği” olarak tanımlanmıştır.²

Öğretide farklı yazarlar tarafından farklı YZ tanımları yapılmıştır. Bu tanımlardan bazılarına göre YZ; “insanın doğal olarak sahip olduğu zekâ ile problemleri çözme, veriler üzerinden anlam çıkarma, çıkardığı anlam doğrultusunda karar verme ve gerektiğinde harekete geçme, öğrenme, deneyimlerden yararlanma gibi zihinsel süreçleri bir donanım gerektirmeksizin gerçekleştirebilen, insan zekâsını taklit eden ve topladıkları bilgilerle yinelemeli olarak kendi kendini iyileştirebilen yazılımlar”,³ “insanlara özgü problem çözme yeteneğinin, makineler tarafından da gerçekleştirilebildiği, insanların yapabildiklerini taklit edebilen makineler”,⁴ “insanlar tarafından yapıldığında belirli bir

¹ J. McCarthy, M. L. Minsky ve N. Rochester, “A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence”, 31 Ağustos 1955, s.2, <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

² Güncel Türkçe Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

³ Şerafettin Ekici, *Bilişim ve Teknoloji Hukuku*, 3. baskı (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2024), s.231.

⁴ Seda Kara Kılıçarslan, “Yapay Zekanın Hukuki Statüsü ve Hukuki Kişiliği Üzerine Tartışmalar”, *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi*, sy 2 (31 Temmuz 2019), s.365, <https://doi.org/10.33432/ybuhukuk.599224> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

zekâ gerektiren işleri yapabilen makineler”,⁵ “fiziksel ve dijital dünyadaki yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri toplayan, bu verilere dayalı akıl yürütme ile verilen hedef için en iyi seçeneği belirleyen insan tarafından tasarlanmış bir sistem”⁶ olarak ifade edilmiştir.

Dünyada YZ alanındaki ilk bağlayıcı düzenleme olan AB YZ Yasası⁷ m.3/1 ile yapılan tanımda ise YZ sistemi; “değişen seviyelerde otonom çalışmak üzere tasarlanmış, dağıtım sonrasında uyarlanabilen, açık veya örtülü hedefler doğrultusunda aldığı girdilerden fiziksel ve sanal ortamları etkileyebilecek tahminler, içerikler, tavsiyeler veya kararlar gibi çıktıların nasıl üretilceğini çıkarsayan makine tabanlı bir sistem” olarak tanımlanmaktadır.⁸

Tüm bu tanımlar ile YZ’nin genel özellikleri ortaya konulmuştur. Bu tanımlardan hareketle; veri kavramı, girdileri anlayabilmesi açısından *doğal dil işleme* kavramı, verilen girdilerden bir çıktı üretmesi açısından *makine öğrenmesi*, *derin öğrenme*, *yapay sinir ağları* ve *veri madenciliği* kavramları YZ’nin zorunlu unsurları olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla sağıkta YZ kullanılmasına ilişkin değerlendirme öncesinde YZ’nin zorunlu unsuru olarak belirtmiş olduğumuz kavramlar genel hatlarıyla açıklanacak ve YZ’ye ilişkin farklı sınıflandırmalara yer verilecektir.

1.2. Yapay Zekâ ile İlişkili Kavramlar

Bu başlık altında sıklıkla YZ’nin hammaddesi olarak nitelendirilen veri (kişisel veri, özel nitelikli kişisel veri, büyük veri) kavramı, yapay sinir ağları, makine öğrenmesi ve türleri, veri madenciliği, doğal dil işleme ve büyük dil modeli kavramları incelenecektir.

⁵ Başak Bak, “Medeni Hukuk Açısından Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Yapay Zekâ Kullanımından Doğan Hukuki Sorumluluk”, *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, sy 35 (01 Temmuz 2018), s.212, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/980798> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

⁶ Seldağ Güneş Peschke ve Lutz Peschke, “Artificial Intelligence and the New Challenges For EU Legislation”, *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi* Prof. Dr. M. Fatih UŞAN’a Dekanlıkta 10. Yıl Anısına Teşekkür Armağanı, sy 2022-2 (12 Eylül 2022), s.1269, <https://doi.org/10.33432/ybuhukuk.1104344> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

⁷ Bu düzenleme, her ne kadar “Regulation (EU) 2024/1689” şeklinde bir tüzük olarak yayınlanmış ise de orijinal metinde belge, “Artificial Intelligence Act” olarak isimlendirilmiştir. Bu nedenle çalışmamızda bu başlığın birebir çevirisi olacak şekilde “Yapay Zekâ Yasası” kavramı tercih edilmiştir ve düzenlemenin Avrupa Birliği’ne ait olduğunu da belirtecek şekilde çalışmanın tamamında bu metin “AB YZ Yasası” olarak anılmıştır. AB YZ Yasası’nın bağlayıcılığına ilişkin detaylı açıklama için bkz. Bölüm 4.1.2.2. “Kapsam”.

⁸ “Regulation - EU - 2024/1689 - EN - EUR-Lex”, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng> (Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2025).

1.2.1. Veri

Veri, kelime anlamı olarak “*olgu, kavram veya komutların, iletişim, yorum ve işlem için elverişli biçimli gösterimi*” şeklinde ifade edilmektedir.⁹ YZ sistemlerinin çalışması açısından veri büyük önem taşır. Öyle ki bu durum, The Economist dergisinde dünyanın en değerli varlığının artık petrol değil veri olduğu şeklinde ifade edilmiştir.¹⁰ Bu şekilde bir değerlendirme ile verinin önemi vurgulanmak istenmektedir. Ancak öğretilerde bu tanımlamanın verinin kapasitesini azımsadığı ifade edilmektedir. Özellikle verinin; maddi bir varlığı olmayışı, petrolün tükenebilir olması karşısında verinin farklı amaçlar için birden fazla kez kullanılmasının mümkün olması ve sonsuz bir kaynak olması açısından petrol ile eşdeğer tutulamayacağı belirtilmiştir.¹¹

YZ sistemi açısından bu kadar büyük önem taşıyan verilerin, bu alanda kullanabilmesi için kapsayıcı ve dengeli olması gerekmektedir; aksi halde bazı gruplar açısından adil olmayan sonuçlar gündeme gelebilecektir.¹² Ayrıca kullanılan verilerin herhangi bir şekilde güvenlik ihlaline sebep olmaması için gereken tedbirlerin alınması da bu tarz kullanımlarda önemlidir. Özellikle kişisel veriler söz konusu olduğunda çok daha etkili önlemlere ihtiyaç olacaktır. Çünkü bu verilere yetkisiz kişilerce erişim sağlanması halinde özel hayatın gizliliği hakkının ihlali söz konusu olabilecektir.

YZ sistemleri çoğunlukla büyük veri üzerinde çalışan algoritmalara dayalı olup büyük veri içerisinde kişisel veriler ve özel nitelikli kişisel veriler bulunabilmektedir. Özellikle sağlık alanındaki YZ kullanımlarında özel nitelikli kişisel verilerin YZ sistemleri aracılığıyla işlenmesi kaçınılmaz olacaktır. Dolayısıyla hem YZ sistemlerini ve çalışma şeklini daha iyi anlayabilmek hem de tezin asıl konusu olan sağlık alanındaki YZ kullanımlarının veri güvenliği açısından taşıdığı riskleri daha doğru değerlendirebilmek adına bu veri türlerini açıklayacağız.

⁹ Güncel Türkçe Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

¹⁰ “The world’s most valuable resource is no longer oil, but data”, *The Economist*, 06 Mayıs 2017, <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

¹¹ Giovanni De Gregorio, “Digital Constitutionalism, Privacy and Data Protection”, içinde *Digital Constitutionalism in Europe: Reframing Rights and Powers in the Algorithmic Society*, Cambridge Studies in European Law and Policy (Cambridge: Cambridge University Press, 2022), s.225, <https://doi.org/10.1017/9781009071215> (Erişim Tarihi: 04.05.2025).

¹² Peschke ve Peschke, “Artificial Intelligence and the New Challenges For EU Legislation”, s.1269.

1.2.1.1. Kişisel Veri

Kişisel veri, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu’nun (KVKK) üçüncü maddesinde “*kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ait her türlü bilgi*” olarak tanımlanmıştır.

Bu tanım ile kişisel verilerin kapsamı genişletilmiş, doğrudan bir kişiyi işaret eden verilerin yanı sıra başka verilerin ve gelişen teknolojinin kullanılması ile bir kişinin kimliğini açığa çıkarabilen bilgiler de kişisel veri olarak kabul edilmiştir. Ayrıca özel nitelikli kişisel verilerden farklı olarak genel nitelikli kişisel veriler yönünden sınırlı bir sayım yapılmamıştır.¹³ Böylece kişisel verilerin koruma alanının genişletilmek istendiğini söyleyebiliriz.

Bu düzenleme isabetlidir çünkü özellikle YZ kullanımı ile görünüşte kişisel olmayan verilerin, aynı bilgi havuzunda yer alan başka veriler ile analizi sonrası verinin kime ait olduğu tespit edilebilmektedir. Ayrıca YZ sistemleri, var olan verileri elde ediliş amacından farklı şekilde yeniden kullanma potansiyeline sahiptir.¹⁴ Bu durumlar gözetildiğinde kişisel verilerin koruma alanının genişletilmesi ve YZ sistemlerinin kişisel veri kullanımı açısından daha sıkı denetlenmesi bir zorunluluk olarak görünmektedir.

1.2.1.2. Özel Nitelikli Kişisel Veri

KVKK’nın altıncı maddesinin gerekçesinde; başkaları tarafından bilinmesi halinde, veri sahibinin ayrımcılığa uğramasına veya mağduriyetine sebep olabilecek veriler özel nitelikli (hassas) kişisel veriler olarak tanımlanmaktadır. KVKK’nın 6. maddesinde ise “*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.*” şeklinde özel nitelikli kişisel veri kategorileri sayılmıştır. Buradaki sayım sınırlı sayıda olup başka bir veri kategorisinin kıyas yolu ile özel nitelikli kişisel veri sayılması mümkün değildir.¹⁵ Sağlık verileri de KVKK’da sınırlı sayım ile belirtilen hassas veriler

¹³ Onur Baskın, *Türk Hukuku Bakımından Kişilik Hakkı Kapsamında Kişisel Verilerin Korunması* (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2021), s.43.

¹⁴ Hazal Gülel, *Hukuki Açıdan Yapay Zekâ*, (Ankara: Adalet Yayınevi, 2023), s.91.

¹⁵ Onur Baskın, *Türk Hukuku Bakımından Kişilik Hakkı Kapsamında Kişisel Verilerin Korunması*, s.43.

arasında sayılmıştır. Avrupa Veri Koruma Tüzüğü'nde (GDPR) ise sağlık verileri, m. 9 ile özel nitelikli kişisel veriler kategorisi altında ele alınmış ve işlenmesi sıkı koşullara bağlanmıştır. Bu durumda bir gerçek kişi açısından; herhangi bir hastalık tanısı, uygulanan tedaviler, yapılan testler, kullanılan ilaçlar gibi bilgilerin tamamı hassas veri korumasına tabidir. Dolayısıyla sağlık alanında kullanılacak olan YZ sistemlerinin, hassas verilerin korunması kurallarına uyumlu olması elzemdir.

Sağlıkta kullanılan YZ sistemlerinin özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesine ilişkin kurallara uyumlu olup olmaması, bu sistemlerin güvenilirliğini etkileyecektir. Bunun sonucunda ise bu sistemlerin mevcut YZ regülasyonları kapsamında tabi olacağı risk kategorisi ve yükümlülükler değişkenlik gösterebilecektir. Öğretide de YZ sistemlerinin sağlık verisi gibi hassas veriler ile beslenmesinin, mahremiyet ve güvenlik zafiyetine neden olabileceği belirtilmektedir.¹⁶

1.2.1.3. Büyük Veri

Büyük veri kavramı, dijital alandaki her hareketimizin iz bırakması ile biriken veriler sonucu ortaya çıkmıştır.¹⁷ Yaşamın çevrimiçi platformlara taşınması, birçok hizmetin dijital ortamlar üzerinden sunulması, sosyal medya kullanımındaki artış ise dijital izlerin gün geçtikçe daha çok büyümesine yol açmıştır. Dijital alandaki bu bilgilerin “veri” olarak depolanması ihtiyacı, depolama alanlarının geliştirilmesini tetiklemiş; çok yüksek boyutlardaki bu verinin sistemli bir şekilde depolanması sonucunda ise “büyük veri” ve “veri bilimi” kavramları oluşmuştur.¹⁸

Büyük veri, geleneksel veri işleme yöntemlerinden farklı olarak; sosyal medya üzerinden elde edilebilecek veriler, web sitesi ziyaretlerine ilişkin bilgiler gibi yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış verilerin de kullanılabilmesine imkân sağlamaktadır.¹⁹ Bu yönüyle büyük verinin; otomatik kararlara ve tahmine dayalı analizlere neden olabilecek büyük

¹⁶ Saharnaz Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems: A Research and Standards Perspective”, içinde *2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 9-12 December 2019 (IEEE, 2020), s.1, <https://orbilu.uni.lu/handle/10993/42478> (Erişim Tarihi: 04 Mart 2025).

¹⁷ Ecem Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022), s.66.

¹⁸ Aksoy, s.67.

¹⁹ De Gregorio, “Digital Constitutionalism, Privacy and Data Protection”, s.227.

hacimli, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilerin toplanması ve analizi olarak tanımlandığını görmekteyiz.²⁰

Büyük veri içinde “kişisel veriler” veya daha hassas koruma gerektiren “özel nitelikli kişisel veriler” bulunabilmektedir. Büyük verinin analizi ile bu kişisel veya özel nitelikli kişisel verilerin sahipleri aleyhine sonuçlar doğabileceği gibi kişinin bilgisi olmaksızın tahmine dayalı analizlere maruz kalması da olasıdır. Ayrıca büyük veriyi oluşturan küme içerisinde kişisel veri olmayan verilerin, bu veri yığını üzerinde yapılacak analiz sonucu kümede tanımlı bir verinin sahibinin belirlenebilir olması oldukça muhtemeldir.²¹ Bu nedenle büyük veri çağında genel verilerin dahi kişisel veri olabileceği belirtilmiştir.²² Dolayısıyla büyük veri uygulamaları, kişisel verilere ilişkin taşıdığı riskler nedeniyle özel hayatın gizliliği açısından tehlike arz etmektedir. Üstelik büyük veri analizinin yasal hale getirilmesi adına veri sahiplerinden rıza alınması da mevcut hukuki düzenlemeler kapsamında genellikle yeterli değildir. Çünkü bu rızanın alınması aşamasında işleme amacının veri sahibine bildirilmesi, söz konusu analizlerin ne şekilde ve hangi amaçla yapıldığı hakkında şeffaf ve eksiksiz bir bilgilendirme yapılması her zaman mümkün değildir. Bunun sebebi ise verilerin kişilerden alınarak işlendiği aşamada çoğu zaman; verilerin henüz hangi amaçla hangi analiz işlemine kullanılacağını ve hangi veri ile birleştirilip nasıl bir sonuç alınmaya çalışılacağını belirli olmamasıdır.²³ Ayrıca çevrim içi veya çevrim dışı ortamdaki tüm izleri kapsayabilecek nitelikte olan büyük veri için açık rıza alınması, veri sorumluları için büyük zorluklar barındırmasının yanı sıra veri sahibi gerçek kişiler açısından da sorun oluşturabilir.²⁴

Büyük verinin özelliklerini daha iyi anlamak için Doug Laney’in büyük veri tanımına da bakabiliriz. Laney, verinin hacim (Volume), çeşitlilik (Variety), hız (Velocity) olmak üzere üç temel niteliğinden bahsetmiş ve bunu 3V olarak sembolize etmiştir. Ancak veri akışındaki yoğunluk sonucu büyük verinin değerini belirleyen bu özelliklerin geliştirilmesi gerektiği düşünülmüş ve kaliteli bir büyük veriden bahsedebilmek için doğruluk (Veracity)

²⁰ De Gregorio, s.228.

²¹ Mesut Serdar Çekin, Ahmet Esad Berktaş ve M. Furkan Akıncı, *Veri Hukuku*, (İstanbul: On İki Levha Yayıncılık, 2023), s.362.

²² De Gregorio, “Digital Constitutionalism, Privacy and Data Protection”, s.255.

²³ Çekin, Berktaş ve Akıncı, *Veri Hukuku*, s.363.

²⁴ Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.274.

ve değer (Value) olarak ifade edilen iki farklı nitelik eklenmiştir. Dolayısıyla Laney’e göre yüksek kaliteli büyük veriden bahsedebilmek için toplanmış olan veri yığınındaki veriler; hacim (Volume), çeşitlilik (Variety), hız (Velocity), doğruluk (Veracity) ve değer (Value) olmak üzere 5V olarak ifade edilen nitelikleri taşımalıdır.²⁵ Bu sayılan kriterler, büyük verinin analizi sonucu ulaşılabilecek sonuçları etkileyecektir; yoksa bunlar büyük veriden bahsedebilmek için bir gereklilik olarak değerlendirilemez. Verilerin işlenmesi ile çalışan bir sistemde, girdiler ne kadar nitelikli olursa bunların işlenmesi için harcanacak enerji o kadar azalacak ve çıktı kalitesi de aynı derecede artış gösterecektir.

1.2.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, YZ’nin temel bileşenlerinden bir tanesidir. Çalışma prensibi itibariyle insan beyninde bulunan nöronlara benzetilmektedir.²⁶ Hatta yapay sinir ağlarının, biyolojik sinir ağlarını taklit eden sentetik yapılar olarak tanımlandığını da görmekteyiz.²⁷ Bu benzetme yerindedir çünkü yapay sinir ağları, tıpkı nöronlar gibi, çıktıyı ortaya koymak adına var olan tüm bilgiler arasında etkileşim kurarak ve bu bilgileri gerektiği ya da öğrendiği şekilde birleştirerek bir sonuç vermektedir. Tüm bu özelliklerini bir arada ele alan bir tanımda yapay sinir ağları; *“insan beyninin çalışma ilkesinden esinlenerek geliştirilmiş, her biri belirli ağırlıklara sahip bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve yine her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapıları”* olarak ifade edilmiştir.²⁸

Öğretide bilgisayar ile yapay sinir ağları arasındaki farka değinilerek kavramın daha net bir şekilde anlaşılmasının sağlandığını görmekteyiz. Buna göre; bilgisayar, çıktıyı vermek için var olan bilgiyi bellekten alıp doğrudan verirken yapay sinir ağları girdiyi işledikten sonra tüm ihtimaller arasından en uygun seçeneği çıktı olarak ortaya koymaktadır.²⁹ Bu nedenle

²⁵ De Gregorio, “Digital Constitutionalism, Privacy and Data Protection”, s.226.

²⁶ Kara Kılıçarslan, “Yapay Zekanın Hukuki Statüsü ve Hukuki Kişiliği Üzerine Tartışmalar”, s.368.

²⁷ Kadir Öztürk ve Mustafa Ergin Şahin, “Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ’ya Genel Bir Bakış”, *Takvim-i Vekayi* 6, sy 2 (30 Aralık 2018): s. 28, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/596690> (Erişim Tarihi: 05 Mart 2025).

²⁸ Emrah Aydemir, *Weka ile Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Yapay Sinir Ağları – Derin Öğrenme*, 2. baskı (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2019), s.33.

²⁹ Ekici, *Bilişim ve Teknoloji Hukuku*, s.240.

yapay sinir ağıları ile yapılabilen işlemlerin salt bilgisayar kullanılarak yapılabilecek işlemlerden çok daha karmaşık olabileceğini söyleyebiliriz.

Yapay sinir ağlarının en yaygın kullanıldığı işlemler; tahmin sınıflandırma, veri ilişkilendirme, veri yorumlama, veri filtreme olarak belirtilmiştir.³⁰ Bu yöntemlerin her biri, kullanım alanına göre ayrı ayrı veya birlikte ilgili YZ sistemi içinde kullanılmaktadır. Nihayetinde YZ sistemi yapay sinir ağları ile verileri analiz ederek bu verilerden yeni yorumlar çıkarabilir, öğrendiği bilgileri kullanarak verilen girdiye en uygun çıktıyı oluşturabilir, verileri istenen şekilde sınıflandırabilir ve filtrelediği veriler sayesinde en işlevli verileri çıktı olarak sunabilir. Ancak yapay sinir ağlarının, öğrenme kabiliyeti olması ve farklı öğrenme algoritmaları ile çalışabilmesi olumlu özellikler arasında sayılabilmekteyse de bu sistemlerin çalışma prensiplerinin anlaşılabilmesi ve öğrenme sürecinde başarısız olma riski zayıf yönleri olarak belirtilmiştir.³¹

Yapay sinir ağlarının tüm bu işlevleri yerine getirebilmesi için elbette bir öğrenme algoritmasına ihtiyacı olacaktır. Yapay sinir ağlarının başarısız olması riskinin kontrol edilebilmesi için ise kullanılan öğrenme algoritmaları büyük önem taşımaktadır. Bunun için bir sonraki başlık ile öğrenme türleri incelenecektir.

1.2.3. Makine Öğrenmesi ve Türleri

İnsan beyni, ilk oluşumundan itibaren kayıt altına aldığı tüm bilgileri, her an işleyerek olaylara ve durumlara karşı verilecek tepkileri üretir. Burada geçmiş deneyimlerin, öğrenilen her türlü bilginin çok hızlı bir analizi ve değerlendirmesi sonucu varılan yeni bir bilgi ve bunun sonucu olan bir tepki söz konusudur. Makine öğrenmesinin temelinde de benzer bir çalışma prensibi yatmaktadır. Makine öğrenmesi, mevcut verileri inceler, aralarındaki örüntüleri tespit eder ve buna göre bir adım sonrasını öngörebilir. İşte bu şekilde eldeki verilerin makine tarafından analiz edilip ulaşılan örüntüler çerçevesinde yeni durumlar hakkında bir tahminde bulunmasına makine öğrenmesi denilmektedir.³² Makine öğrenmesi aynı zamanda; bir sonuca ulaşmak için tam olarak programlanmamış verileri kullanarak kendi kendine öğrenme sürecini tamamlayabilen yapay sinir ağları kullanılarak

³⁰ Öztürk ve Şahin, “Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ’ya Genel Bir Bakış”, s.29.

³¹ Aydemir, *Weka ile Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Yapay Sinir Ağları – Derin Öğrenme*, s.35.

³² Aydemir, s.29.

oluşturulan algoritmalar olarak da tanımlanmaktadır.³³ Algoritmanın ise bir problemin çözümü veya bir amacın gerçekleştirilmesi için dijital ortamda çalıştırılabilen matematiksel işlemlere dayalı talimatlar dizisi olduğunu söyleyebiliriz.³⁴

Makine öğrenmesinin kullanımı çok geniş ve farklı alanlarda söz konusu olabilir. Örneğin spor alanında futbol maçının skorunu tahmin etmekte kullanılabileceği gibi sağlık alanında tedavi veya bakım süreçlerinde, yüz tanıma uygulamalarında, cinsel yönelim ve zekâ seviyesine ilişkin çıkarımlarda, mahkumlara ilişkin verilerin analizlerinde makine öğrenmesinden yararlanılabilir.³⁵

Öğrenme türleri baz alınarak makine öğrenmesinin farklı şekillerde sınıflandırıldığını görmekteyiz. Bazı çalışmalarda makine öğrenmesi beş başlık altında incelenmiştir; gözetimli öğrenme, gözetimsiz öğrenme, yarı gözetimli öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ve transfer öğrenmesi şeklinde ayrılmıştır.³⁶ Bir başka çalışmada ise makine öğrenmesinin temelde gözetimli öğrenme, gözetimsiz öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme olmak üzere üçe ayrıldığı, derin öğrenmenin ise makine öğrenmesinin özel bir bileşeni olarak kabul edildiği görülmektedir.³⁷ Bu çalışma kapsamında gözetimli öğrenme, yarı gözetimli öğrenme, gözetimsiz öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ve derin öğrenme kavramları ayrı ayrı kısaca ele alınacaktır.

1.2.3.1. Gözetimli öğrenme, Gözetimsiz Öğrenme ve Yarı Gözetimli Öğrenme

Gözetimli (denetimli) öğrenme; örnek girdi-çıktıların kullanılması ile gelecekteki veri işleme sürecine ilişkin bir öğrenme temeli sağlayan eğitim süreci şeklinde açıklanmaktadır.³⁸ Sistem verilen girdileri çıktıları ile eşleyerek genel bir kural oluşturmaya çalışmaktadır.³⁹ Bu öğrenme yöntemi için, örnek girdi-çıkı sağlamaya adına çok fazla veri

³³ Hüseyin Ensari Eryılmaz, “Yapay Zekâ Çağında Kişisel Veri Mahremiyeti”, *Sanat ve Sosyal Bilimler Dergisi* 1, sy 2 (Aralık 2023), s.11, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3396131> (Erişim Tarihi: 05 Mart 2025).

³⁴ Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.64.

³⁵ Aksoy, s.71.

³⁶ Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems:A Research and Standards Perspective”, s.5738.

³⁷ Erdem Doğan, *Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Sorumluluğu*, (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022), s.45.

³⁸ Doğan, s.45.

³⁹ Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.78.

ihtiyacı doğmaktadır. Ancak büyük verinin kullanılması sayesinde bu ihtiyacın giderilmesi kolaylaşmıştır.

Gözetimsiz (denetimsiz) öğrenmede ise örnek girdi-çıkı seti verilmemektedir. Burada makineye yalnızca girdi olarak veriler sağlanmakta ve makinenin bu veri seti arasından gruplandırma yaparak verileri kendi içinde sınıflandırması yoluyla çıktı vermesi beklenmektedir. Yani gözetimsiz öğrenmede, doğru çıktının ne olduğuna ilişkin bir örnek bulunmadığından makinenin kullandığı algoritmalar ile veriler arasındaki benzerlik farklılık değerlendirmelerini kendi kendine yapması beklenmektedir.⁴⁰ Sonuçlar kontrol edilmediği için bu yöntem güvenlik açısından daha az uygundur.⁴¹

Gözetimli öğrenmede, öğrenme sürecinin temelinde insan tarafından sağlanan örnek girdi-çıkı setleri olduğundan alınacak çıktıların dolaylı yoldan olsa bile yönlendirilmiş olduğunu söyleyebiliriz. Bu yönüyle gözetimli öğrenme süreçlerini kullanan bir sistemdeki hatadan dolayı insan açısından kusur sorumluluğu gündeme gelebilecek iken gözetimsiz öğrenme içeren bir sistemin otonom değerlendirme sürecine bağlı olarak insana kusur izafe edilmesi daha güç olacaktır.⁴² Gözetimli öğrenme metodunun kullanımında göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husus ise örnek girdi-çıkı setinden bağımsız başka bir girdi için sonuç almakta zorluk yaşanabilecek olmasıdır.⁴³ Bu durumda gözetimli öğrenmenin güvenilir YZ kullanımını artırabileceğini ancak çıktı verimini düşürebileceğini söyleyebiliriz.

Yarı gözetimli öğrenmede ise sınırlı bir miktarda etiketlenmiş veri kullanılarak makinenin hem insan tarafından sağlanan verilerden öğrenmesi hem de bunlarla sınırlı kalmadan ama bunları kullanarak kendi öğrenmesi ile tamamlanan bir süreç söz konusudur. Bu öğrenme türünde gözetimli ve gözetimsiz öğrenmenin birlikte kullanılması ile hem risklerin azaltılması hem de gözetimli öğrenme için gereken etiketlenmiş veri ihtiyacının azaltılması ile zorluk ve maliyetin düşürülmesi sağlanmış olmaktadır.⁴⁴

⁴⁰ Doğan, s.46.

⁴¹ Zeynep Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, *Adalet Dergisi*, sy 74 (17 Nisan 2025), s.952, <https://doi.org/10.57083/adaletdergisi.1677361> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

⁴² Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.78.

⁴³ Doğan, s.47.

⁴⁴ Doğan, s.48.

1.2.3.2. Pekiştirmeli öğrenme

Gözetimli öğrenme türünden farklı olarak pekiştirmeli öğrenme türünde sisteme örnek girdi-çıkı seti sağlanmaz. Gözetimsiz öğrenmede olduğu gibi makineden sadece sınıflandırmalara dayalı olarak bir öğrenme modeli sunması da söz konusu değildir. Pekiştirmeli öğrenme sisteminde en basit tabir ile ödül-ceza sistemi diyebileceğimiz bir mekanizma ön plana çıkmaktadır. Bu öğrenme türünde YZ'nin başarı ve başarısızlıktan, ödül ve cezadan öğrenmesi amaçlanmaktadır.⁴⁵ Bu nedenle YZ, doğru sonuçları olumlu geri bildirimlerle karşılaştıkça yanlış sonuçlar için yaptırımlarla karşılaşır.⁴⁶

Örneğin satranç oyunu oynamak üzere bir makinenin pekiştirmeli öğrenme ile eğitilmesi için makineye öncelikle satranç oyununun kurallarına ilişkin bilgiler verilir. Daha sonra makine bu oyunu, öğrendiği kurallara göre oynarken yapabileceği sayısız hamle arasından seçtiği hamlelere göre oyunu sürdürür. Ancak bu oyunda sadece kurala uymak değil stratejik oynamak da önemli olduğundan sadece kuralı uygulayan makinenin başarılı bir oyun ortaya koyması beklenmez. İşte bu noktada makinenin oyun esnasında yaptığı hamlelerin niteliğine göre ödüllendirilmesi veya cezalandırılması yöntemi uygulanması halinde pekiştirmeli öğrenme metodu söz konusu olacaktır. Bu durumda iyi hamleler sonrasında bir ödül alan ve nihayetinde oyunu kazanan makine, çok sayıda oyun tecrübesinin sonunda artık hangi hamleleri kullanarak kazanabileceğini öğrenmiş olmaktadır.

Tüm bu özelliklerini göz önünde bulundurduğumuzda, pekiştirmeli öğrenmenin diğer öğrenme türlerinden farklı olarak etkileşime dayalı bir öğrenme türü olduğunu söyleyebiliriz.⁴⁷

1.2.3.3. Derin öğrenme

Derin öğrenme, makine öğrenmesinin bir ileri aşaması olarak ifade edilmektedir.⁴⁸ Derin öğrenmenin çok katmanlı sinir ağı mimarisi sayesinde makine öğrenmesine kıyasla çok daha büyük veriler üzerinde çalışmak mümkün olmaktadır. Böylece çözülmesi gereken

⁴⁵ Doğan, s.48.

⁴⁶ Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, s.952.

⁴⁷ Doğan, s.49.

⁴⁸ Ekici, *Bilişim ve Teknoloji Hukuku*, s.243; Eryılmaz, “Yapay Zekâ Çağında Kişisel Veri Mahremiyeti”, s.11.

sorunun karmaşıklığına göre derin öğrenme metodunda kullanılan katman sayısı artırılabilir.⁴⁹ Dolayısıyla karmaşık problemlerin çözümünde derin öğrenme metodu etkilidir. Özellikle nesnelerin ve konuşma esnasında sözcüklerin tanımlanması, diller arası çeviri yapılması, görüntülerin ve konuşmaların analiz edilmesi gibi alanlarda derin öğrenme etkili şekilde kullanılmaktadır.⁵⁰ Özellikle görüntü işleme konusunda, bir derin öğrenme mimarisi olan evrimsel sinir ağlarından (ESA) yararlanılmaktadır. ESA'lar, girdi olarak resim ve videoları çok katmanlı yapısı ve kullanılan filtreler sayesinde sınıflandırabilir, görüntüleri çözümleyerek daha önce tanıtılan özelliklerin görüntü üzerinde var olup olmadığına ilişkin sonuçları verebilir.⁵¹ Dolayısıyla sağlık alanında özellikle tarama, teşhis ve tedavi süreçlerinde kullanılan YZ sistemlerinde çoğunlukla ESA kullanılmaktadır.

1.2.4. Veri Madenciliği

Veri madenciliği, çok büyük veri depolarından amaca uygun ve tahmine elverişli anlamlı veriye ulaşma ve veriyi kullanma işi olarak tanımlanmaktadır.⁵² Bir başka tanımda ise veri madenciliği, veri yığınları arasında gizli kalan geçerli ve işe yarar bilginin birtakım analizler sonucu açığa çıkarılması olarak tarif edilmiştir.⁵³ Yani veri madenciliği ile ham veri, istatistik ve matematiksel teknikler kullanılarak anlamlı hale dönüştürülmüş olmaktadır. Ayrıca bu büyük veri içerisinde yer alan örüntü ve eğilimler keşfedilerek çıktının üretilmesinde kullanılmaktadır.⁵⁴

Veri madenciliği süreci aşamalar halinde şu şekilde ifade edilmektedir: veri, veri seçimi, ön işleme, dönüştürme, veri madenciliği, değerlendirme, bilgi.⁵⁵ Bu aşamaların her biri çıktının kalitesi açısından büyük önem taşır.

⁴⁹ Eryılmaz, s.11.

⁵⁰ Can Yavuz, *Deepfake (Derin Sahte) Yapay Zekâ Tarafından Üretilen Yeni Nesil Görsel-İşitsel İçerik*, (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022), s.30.

⁵¹ Perihan Gülşah Gülhan, “Polikistik Over Sendromunun Folikül Sayımına Dayalı Tespitinde Görüntü İşleme ve Evrimsel Sinir Ağları Kullanımı” (Yüksek Lisans Tezi, Konya, Selçuk Üniversitesi, 2021), s.26.

⁵² Serkan Savaş, Nurettin Topaloğlu ve Mithat Yılmaz, “Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 11, sy 21 (Bahar 2012), s.4, https://ticaret.edu.tr/uploads/yayin/fen21_dosyalar/1-23.pdf (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁵³ Aydemir, *Weka ile Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Yapay Sinir Ağları – Derin Öğrenme*, s.25.

⁵⁴ Savaş, Topaloğlu ve Yılmaz, “Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri”, s.2.

⁵⁵ Savaş, Topaloğlu ve Yılmaz, s.8.

Öncelikle çözümlenmesi istenen problemin tanımlanması ve kullanılacak verinin seçilmesi gerekmektedir. Daha sonra ilgili veri seti üzerinde; veri birleştirme, veri temizleme, veri dönüşümü, veri azaltma yöntemleri ile verinin kullanıma hazır hale getirilmesi sağlanır. Bu aşamada artık kullanılacak modelin belirlenmesi gerekmektedir. Kullanılacak algoritmaya göre parametreler ve çıktı değişkenlik gösterebilecektir.⁵⁶

Veri madenciliğinde kullanılacak yöntemin de amaca uygun şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Veri madenciliğinin kullanıldığı işleve göre yöntemlerin üç sınıfta toplandığını söylemek mümkündür. Bu kabule göre yöntemler; sınıflama ve regresyon, kümeleme, birliktelik kuralları şeklinde belirtilmiştir.⁵⁷ Tüm bu yöntemler ile veri üzerinde yapılan işlemler sonucu anlamsız bir yığın halindeki veriden amaç doğrultusunda bilgi elde edilmesi sağlanmakta böylelikle çıktı elde edilmektedir. Bu uygulamalar ile sağlık alanında yapılacak veri madenciliği işlemlerinin öncelikle sağlık bilgilerinin analiz edilmesinde kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Ancak YZ sistemlerinin çalışma prensibi gereği büyük veri kullanımı ile birlikte çoğunlukla zaten veri madenciliği yöntemlerinden de faydalanılmaktadır. Dolayısıyla aslında veri madenciliğinin sağlıkta kullanılmakta olan YZ sistemlerinin tamamında kullanıldığı söylenebilir.

1.2.5. Doğal Dil İşleme ve Büyük Dil Modelleri

İnsanlar tarafından YZ sistemlerine sunulan girdilerin (ses, metin veya görüntü olarak) bu sistemlerce algılanabilmesi doğal dil işleme olarak ifade edilmektedir.⁵⁸ Sesli asistanların insan komutlarını algılayıp yine insanların anlayabileceği dille cevaplayabilmesi, telefondaki klavyelerin kullanımı esnasında genel kullanım şeklinin tespiti ile yazılan kelimelere uygun tahminler yürütmesi ve bu tahminleri kullanıcıya sunması, sohbet robotlarının insan dilinde diyaloglar gerçekleştirebilmesi gibi uygulamaların tamamı doğal dil işlemenin örnekleridir.⁵⁹ Doğal dil işleme ile metin, ses veya görüntü gibi insanlar tarafından verilen girdileri, yapay sinir ağları kullanarak anlayabilen YZ sistemlerine büyük

⁵⁶ Cengiz Coşkun ve Abdullah Baykal, “Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması”, içinde *Akademik Bilişim 11 - 13. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 2013, <https://ab.org.tr/kitap/ab11.pdf>, s.57 (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁵⁷ Savaş, Topaloğlu ve Yılmaz, “Veri Madenciliği ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri”, s.9.

⁵⁸ Serkan Seyhan, “Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğu” (Doktora Tezi, İstanbul, İstanbul Kültür Üniversitesi, 2023), s.18.

⁵⁹ Seyhan, s.19-20.

dil modeli denilmektedir.⁶⁰ Doğal dil işleme temelinde çalışan sohbet robotları ve sesli asistanlar ise büyük dil modelinin ilk akla gelen örneklerindendir.

1.3. Yapay Zekâya İlişkin Sınıflandırmalar

YZ'nin ilk ortaya çıkışından bu yana meydana gelen gelişmeler sonucu farklılaşan YZ sınıflandırmaları ortaya çıkmıştır. Bunlardan birine göre YZ; zayıf ve güçlü olarak ikiye ayrılmıştır. Bu ayrımın biraz daha detaylandırılması ile dar, genel ve süper YZ kavramları ortaya atılmıştır. Bu iki sınıflandırma türünün birbirinden çok farklı olduğunu söylemek mümkün değildir. İkinci zikredilen ayrım, temelde zayıf-güçlü YZ ayrımını kapsayan bir sınıflandırma olarak görünmektedir.⁶¹ Ancak üçüncü bir sınıflandırmada YZ'nin bilinç ve hafızası temel alınmış ve bu anlamda farklı bir kategorizasyon yapılmıştır. Buna göre; reaktif (tepkisel) YZ, sınırlı hafızalı YZ, zihin teorisine dayalı YZ, kendilik farkındalığına sahip YZ şeklinde bir ayrım yapılmıştır.⁶²

1.3.1. Zayıf ve Güçlü Yapay Zekâ

Zayıf ve güçlü YZ arasındaki ayrım, çoğunlukla “bilinç sahibi olmak” açısından ele alınmaktadır. Genel bir değerlendirme ile; bilinci olan ve kendi varlığının farkında olan YZ'yi “güçlü yapay zekâ”, zihinsel işleme süreçlerini yapay sinir ağları ile yapmasına rağmen farkındalık sahibi olmayan YZ'yi “zayıf yapay zekâ” olarak ifade edebiliriz. Ancak bu konuda daha derin bir kavrayış için iki farklı filozofun konuyu değerlendirme şeklini anlamaya çalışmak faydalı olacaktır.

John R. Searle'e göre; zayıf YZ, insan bilincinin karşılaştığı sorunların çözümünde bir yardımcı olarak kullanılabilir ama bu durum makinenin bir zihne ve bilince sahip olduğu anlamına gelmez. Güçlü YZ ise fenomenal bir bilince sahiptir; dünyayı kendi deneyimleri çerçevesinde algılar, özbilinç sahibidir.⁶³ Benzer bir şekilde bir başka çalışmada zayıf YZ

⁶⁰ Ali Semih Çamkerten, *Yapay Zekanın Regülasyonu*, (Ankara: Adalet Yayınevi, 2024), s.31.

⁶¹ Elif Ilgın Özcan, “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı” (Yüksek Lisans Tezi, Antalya, Akdeniz Üniversitesi, 2023), s.7.

⁶² Arend Hintze, “Understanding the Four Types of AI, from Reactive Robots to Self-Aware Beings”, *The Conversation*, 14 Kasım 2016, <http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁶³ Johnathan Charles Flowers, “Strong and Weak AI: Deweyan Considerations”, içinde *AAAI Spring Symposium: Towards Conscious AI Systems* (AAAI Spring Symposium, Stanford, 2019), s.2, <https://ceur-ws.org/Vol-2287/paper34.pdf>, (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

sistemlerinin genel bir bilinci veya zekâsı olmamakla birlikte dar bir alanda insan bilincini ve zekâsını taklit edebildiği belirtilmiştir.⁶⁴

John Dewey ise konuyu; duyguları algılamak, zihin, hayal gücü, zekâ ve bilinç açısından ayrı ayrı detaylı şekilde ele almıştır. Dewey, zayıf YZ'nin bazı reseptörler yolu ile duyguları algılamasının ve bunları sembolize edebilmesinin mümkün olabileceğini bu itibarla zayıf YZ'nin bir tür zihne sahip olabileceğini belirtmektedir.⁶⁵ Buna karşılık güçlü YZ'nin zihin sahibi olmanın yanı sıra bilince ve hayal gücüne de sahip olacağını ifade etmektedir. Bilinç, zekâ ve hayal gücünün kullanılması ile bir durumu değerlendirip yeni bir çıktı veya yaklaşım ortaya koymayı sağlar. Güçlü YZ de bilinç sahibi olmasının bir sonucu olarak karşılaştığı sorun veya durumlar karşısında kendi algısı ve öğrenme süreçleri kapsamında özgün bir yanıt ortaya koyabilir. Öyle ki insanların bu yanıtı, güçlü YZ'nin çıktısını, anlaması mümkün olmayabilir.⁶⁶

Günümüzde mevcut YZ sistemlerinin, kendi varlıklarının farkında olduklarını söylemek henüz mümkün değildir. Dolayısıyla halihazırda bir güçlü YZ örneği bulunmamaktadır.

1.3.2. Dar, Genel ve Süper Yapay Zekâ

Dar YZ, yalnızca programlandığı alanlarda kendisine öğretilen belirli algoritmalara göre çıktı veren YZ türü olup bir önceki sınıflandırmaya göre zayıf YZ olarak belirttiğimiz sınıfa dahil olduğunu söyleyebiliriz.⁶⁷

Genel YZ, insan gibi düşünüp hareket edebilen, dar YZ'ler arasında iletişimi sağlayabilen YZ türü olarak tanımlanmaktadır.⁶⁸

Süper YZ ise insana benzemekle yetinmeksizin insandan beklenenin ötesine geçebileceği düşünülen YZ türü için düşünülmüş bir kavramdır.⁶⁹ Burada bahsedilen dar, genel ve süper YZ ayrımları bazı yazarlar tarafından dar ve geniş YZ şeklinde de ele alınmış olup bu

⁶⁴ Yavuz, *Deepfake (Derin Sahte) Yapay Zekâ Tarafından Üretilen Yeni Nesil Görsel-İşitsel İçerik*, s.27.

⁶⁵ Flowers, "Strong and Weak AI: Deweyan Considerations", s.6.

⁶⁶ Flowers, s.7.

⁶⁷ Özcan, "Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı", s.7.

⁶⁸ Özcan, s.7.

⁶⁹ Özcan, s.8.

şekildeki ayrımlarda genel YZ, süper YZ içinde ayrıca ele alınacak şekilde değerlendirilmiştir.⁷⁰

Bir önceki sınıflandırma türü ile birlikte değerlendirildiğinde genel ve süper YZ'nin, güçlü YZ ile kısmen örtüştüğü görülebilir. Ancak kategorizasyonun, YZ alanında gelinen aşama düşünüldüğünde, yetersiz kaldığı görülecektir. Zira artık YZ'nin algılama yeteneği ve diğer özelliklerine göre daha detaylı bir ayırım yapılması gerekmektedir. Bu açıdan YZ'nin bir sonraki kategorizasyona göre sınıflandırılması daha anlamlı görünmektedir.

1.3.3. Reaktif, Sınırlı Hafızalı, Zihin Teorisine Dayalı ve Kendilik Algısı Olan Yapay Zekâ

Reaktif YZ, etrafında olan bitenleri algılar ve buna göre yanıt verir. Bu tür YZ'ler algıladıkları nesne, durum ve olaylara göre tepki veren ve önceki tepkilerine dair belleği olmayan sistemlerdir. Satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenen DeepBlue ve Go oyununda üst düzey oyuncularını yenen AlphaGo bu YZ türüne örnek olarak gösterilmiştir.⁷¹

Sınırlı hafızalı YZ, geçmiş deneyimlerini kısa süreli olarak hafızasında tutabilir.⁷² Bu kategori için otonom araçlar, sohbet robotları (chatbot) veya farklı şirketler tarafından geliştirilmiş olan kişisel dijital asistanlar örnek gösterilmiştir.⁷³

Hintze, zihin teorisine dayalı YZ olarak belirttiği bu üçüncü türde psikolojide zihin kuramı kavramından faydalanmıştır. Bu kurama göre insanların, diğer canlıların ve nesnelerin kendi davranışlarını etkileyen düşünceleri ve duyguları olabilir. Bu YZ türü ise zihin kuramına uygun olarak etrafındaki canlıların beklentilerini anlayabilir ve buna göre davranmayı düşünebilir.⁷⁴

Kendilik algısı olan YZ, Hintze tarafından YZ'nin gelebileceği son aşama ve zihin teorisine dayalı YZ türünün bir uzantısı olarak ifade edilmiştir. Bu YZ türü, başkalarının duygularını anlayabilir, kendi varlığının farkındadır ve yüksek bir bilinç düzeyine göre hareket eder.⁷⁵ Bu YZ türüne ilişkin açıklamalar, zayıf ve güçlü YZ ayrımında değinmiş olduğumuz

⁷⁰ Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.50-53.

⁷¹ Hintze, "Understanding the Four Types of AI".

⁷² Hintze.

⁷³ Bak, "Medeni Hukuk Açısından Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Sorumluluk", s.214.

⁷⁴ Hintze, "Understanding the Four Types of AI"; Gülel, *Hukuki Açısından Yapay Zekâ*, s.44.

⁷⁵ Hintze, "Understanding the Four Types of AI".

Dewey'in güçlü YZ tanımı ile örtüşmektedir. Çünkü Dewey de güçlü YZ'nin kendi algı ve bilinci ile çıktı üreteceğini belirtmektedir.

Görüldüğü üzere YZ'nin hızlı ve aşamalı gelişimi nedeniyle farklı sınıflandırmalar gündeme gelmiştir. Genel bir bilgilendirme amacı ile literatürde mevcut bu kategoriler kısaca ele alınmış ise de çalışmamız açısından asıl önem taşıyan YZ sistemlerinin risk düzeyi gözetilerek yapılan sınıflandırmalardır. Çünkü bu tezde, sağlık alanında kullanılan YZ sistemleri, risk temelli yaklaşıma göre yapılan regülasyonlar çerçevesinde değerlendirilecektir. Bu nedenle çalışmanın ilerleyen bölümlerinde YZ hakkında yapılan regülasyonlar kapsamında YZ'nin risk düzeyine göre yapılan gruplandırmalar ele alınacaktır. Ancak bundan önce sağlık alanında kullanılan YZ sistemleri ve bu sistemlerin taşıdığı riskler ile risklerin azaltılmasına yönelik önlemler incelenecektir.

2. SAĞLIKTA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI

Sağlık; kişinin bedensel, ruhsal ve toplumsal yönden iyi olması olarak ifade edilmektedir.⁷⁶ Sağlığın korunması, kişinin maddi ve manevi varlığını koruması hakkının bir gereği olup bu hak, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın “kişinin hak ve ödevleri” başlıklı ikinci bölümünde sayılan temel haklardan ilkidir. Dolayısıyla sağlığın korunması için var olan imkânların en etkin şekilde kullanılması, bu hakkın korunması bakımından bir “yükümlülük” olarak değerlendirilebilir. Nitekim insanlığın var olduğu günden bugüne değin, sağlığın korunması adına mevcut tüm imkanlar kullanılmış ve her geçen gün daha ileri yöntemler geliştirilmiştir.

Günümüzde ise YZ teknolojileri, sağlıkta pek çok alanda kullanılmakta ve sağlık hizmetinin geliştirilmesine çok büyük fayda sağlamaktadır. Stanford Üniversitesi'nin 2023 Yapay Zekâ Endeksi Raporu'nda, 2022 yılında YZ alanında en fazla yatırımın sağlık alanında olduğu belirtilmiştir.⁷⁷ Bu tespit, YZ'nin sağlıkta kullanımının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

⁷⁶ Uğur Şimşek, “Sağlık Hukukunda Aydınlatılmış Rıza”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 16, sy Özel Sayı (2015), s.3535, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/756175> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁷⁷ “AI Index Report 2023” (Stanford , CA: Stanford Üniversitesi İnsan Merkezli Yapay Zekâ Enstitüsü YZ Endex Yönlendirme Komitesi, Nisan 2023), s.171, <https://hai.stanford.edu/ai-index/2023-ai-index-report> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

YZ'nin kullanılması ile sağlık çalışanları arasındaki bilgi aktarım süreçleri kolaylaşmış, sağlık hizmetinin niteliği artmış ve daha etkin teşhis-tedavi imkânı doğmuştur.⁷⁸ Tedavi sonuçlarına ilişkin tahmin ve analizler ile karar destek mekanizması olarak da kullanılan YZ ayrıca tedavi aşamalarındaki robotik cerrahi uygulamalarında etkin şekilde kullanılmaktadır.⁷⁹

Tüm bu kullanımlar sağlık çalışanları açısından iş yükünün ve maliyetlerin azaltılması, hastalara ilişkin sonuçların iyileştirilmesi gibi pek çok avantaj sağlamaktadır. Ancak YZ'nin bu kullanımları aynı zamanda etik, hukuki ve teknik birtakım riskleri de gündeme getirmektedir. Sağlık hizmetinin hassas niteliği de gözetildiğinde YZ kullanımına ilişkin bu risklerin titizlikle ele alınması ve bu teknolojilerin, hukuki ve etik ilkelere uygun şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Bu bölümde sağlıkta kullanılmakta olan YZ uygulamalarını, kullanım alanlarına göre ele alacağız. YZ kullanımının getirdiği kolaylıklar, YZ'nin hangi bölüm içerisinde ne şekilde kullanıldığı ve bu kullanımlara ilişkin örnek uygulamalar hakkında açıklamalara yer vereceğiz.

2.1. Tarama ve Teşhis

Tarama belli bir toplumsal grup üzerinde belirli bir hastalığa ilişkin bulguların olup olmadığını anlamak üzere birtakım testlerin uygulanmasıdır. Tarama çalışmaları sayesinde hastalıkların çok erken evrelerde teşhis edilmesi imkânı doğmakta ve tedavinin sonuç verme ihtimali artmaktadır.

Teşhis ise bir kişiye tıbbi müdahale gerekip gerekmeyeceğinin belirlendiği adımdır. Bu kavram, hasta ile iş birliği içerisinde toplanacak bilgilerin, klinik bakış açısı ile analizi sonucu hastanın sağlık probleminin tanımlanmasını amaçlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır.⁸⁰ Dolayısıyla teşhis işleminin temelde iki aşamalı olduğunu

⁷⁸ Özcan, “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı”, s.16.

⁷⁹ Burak Çetin, “Sağlık Hizmetleri ve Yapay Zekâ”, *Ulusallararası Ekonomi ve Siyaset Bilimler Akademik Araştırmalar Dergisi* 7, sy 17 (Şubat 2023), s.58, <https://doi.org/DOI: 10.58202/joecopol.1364565> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁸⁰ “Improving Diagnosis in Health Care” (Washington, DC: The National Academies Press, 2015), s.32, <https://nap.nationalacademies.org/read/21794/chapter/1> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

söyleyebiliriz: öncelikle hasta ile ilgili bilgilerin toplanması ve sonrasında bu bilgilerin tıbbi açıdan değerlendirilmesi.

Hastaya ilişkin bilgilerin toplanması dört farklı yolun birlikte kullanılmasını gerektirir. Buna göre; anamnezi alınması yani hastanın klinik öyküsünü öğrenmek, hasta üzerinde fiziki muayene yapmak, hastaya bazı tıbbi testleri uygulamak, diğer uzmanlık alanlarını ilgilendiren konular için hastayı o alanlara sevk etmek ve/veya görüş almak şeklindeki adımların tamamı bilgi toplama aşaması olarak değerlendirilmektedir.⁸¹

Hekim hasta öyküsü alırken; hastanın daha önce geçirdiği hastalıkları, kronik hastalığı olup olmadığını, bilinen bir alerjisi olup olmadığını, önceki sağlık kayıtlarına ilişkin gereken bilgileri, bazı durumlarda hastanın aile öyküsüne ve sosyal öyküsüne ilişkin bilgileri de öğrenir. Bunların yanı sıra hekim, hastanın şikayetlerine göre gerekli gördüğü şekilde fiziki muayenesini tamamlar. Bu aşamaya kadar elde edilen verileri değerlendirdikten sonra şüphelendiği hastalıklara ilişkin kesin tanıyı koyabilmek adına gerekli gördüğü tıbbi testlerin yapılmasını ister. Şayet hastanın şikayetleri gereğince diğer uzman hekimlerin görüşlerini alması gereken bir durum olduğunu saptarsa bu durumda hekim, diğer uzman hekimlerden görüş talep edebilir veya hastanın ilgili alana sevkini gerçekleştirebilir.⁸² Tüm bu aşamaların sonucunda ise hekim, elde ettiği bilgileri tıbbi bilgi ve birikimi ile değerlendirerek kendisine başvuran hastanın şikayetine ilişkin olarak teşhis koyabilecektir.

Teşhis alanında YZ uygulamalarına başvurulması, teşhis işleminin birçok adımında farklı şekillerde söz konusu olabilecektir. Bunlara aşağıda örnekleri ile birlikte detaylı şekilde inceleyeceğiz. Ancak öncesinde ifade etmek gerekir ki; hatalı teşhis hekimin hukuki sorumluluğunu doğuracaktır. Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi'nin 13. maddesinde bu durum *“Tababet prensip ve kaidelerine aykırı veya aldatıcı mahiyette teşhis ve tedavi yasaktır.”* şeklinde ifade edilmiştir.

Bu nedenle hangi yöntemler kullanılırsa kullanılsın hekimin özenle hareket etmesi gerekir. Nitekim YZ uygulamaları kullanılsa dahi, ülkemizde mevcut hukuki düzenlemeler gereğince hekim tıbbi standartlara uygun teşhis yükümlülüğü altındadır ve buna aykırılık

⁸¹ “Improving Diagnosis in Health Care”, s.36.

⁸² “Improving Diagnosis in Health Care”, s.36.

hallerinden bizzat sorumludur. Belirtmek gerekir ki bazı durumlarda hekimin teknolojik gelişmeleri kullanmaması da özen borcuna aykırılık kabul edilebilecektir. Bu nedenle teşhiste isabetliliği artıracak YZ uygulamaları veya başkaca teknolojiler mevcut ise hekimin özen yükümlülüğü kapsamında bunları, diğer hukuki ve etik ilkeleri de ihlal etmeyecek şekilde kullanması gerekecektir.

2.1.1. Tarama ve Teşhis Aşamasındaki Kullanımlar

Tarama ve teşhis aşamasında YZ uygulamaları özellikle görüntü analizi için kullanılmakta ve ciddi faydalar sağlamaktadır. Görüntü analizinde ESA kullanılması ile görüntülerin daha doğru analizi sağlandığından bu uygulamaların, farklı hastalıkların erken tespiti ve teşhisine yardımcı olduğu belirtilmektedir.⁸³ Çok büyük veri setleri ile eğitilen ve görüntü analizinde kullanılan dil modelleri ile taramada daha hızlı ve isabetli sonuçlara ulaşılmakta ve erken teşhis ile erken müdahale imkânı sağlanmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan Sağlıkta Kullanılan Büyük Multi-Modelli Modeller için Kılavuz'da geliştirilmekte olan Med-PaLM 2 uygulamasında görüntü analizi yöntemi ile röntgen veya mamogram gibi görüntülerin sentezlenmesi ve raporlar yazılması, bunlara ilişkin sorulara yanıtlar verilmesi ve diğer klinik sorguların kolaylaştırılması amacı taşıdığı belirtilmektedir.⁸⁴ GoogleResearch sitesi üzerinden bu sisteme ilişkin yapılan tanıtımda da Med-PaLM 2'nin profesyonel tıbbi sınavlar, tıbbi araştırmalar, tüketici sorgularını da içeren bir soru cevap veri seti ile test edildiğini ve % 86,5 oranında doğru yanıt verdiğini belirtmiştir. Yine aynı tanıtım ile "PaLM-E" görsel-dil modelinden yola çıkılarak Med-PaLM M'nin tasarlandığını ve göğüs röntgenleri ve mamografi analizleri için ve dermatoloji, retina, radyoloji (3D ve 2D), patoloji, sağlık kayıtları ve genomik gibi farklı alanlarda fayda sağlayacak bir modelin geliştirilmesi için çalışıldığı ifade edilmiştir.⁸⁵

⁸³ Çamkerten, *Yapay Zekanın Regülasyonu*, s.93.

⁸⁴ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Large Multi-Modal Models*. WHO Guidance, (Cenevre: Dünya Sağlık Örgütü, 2024), s.9, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375579/9789240084759-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁸⁵ "Med-PaLM: A Medical Large Language Model - Google Research", Med-PaLM: A Medical Large Language Model - Google Research, <https://sites.research.google/med-palm/> (Erişim Tarihi: 17 Ocak 2025).

Çin’de Shanghai Changzheng Hastanesi’nde bilgisayarlı tomografi (BT) taramalarına ve X-ışınlarına ait görüntülerin analizinde Infervision isimli bir şirkete ait YZ teknolojisi kullanılarak teşhis kalitesi artırılmakta ve akciğer kanseri hastalarına ait görüntülerde yer alan şüpheli lezyon ve nodüller saptanmaktadır.⁸⁶ Infervision’ın YZ uygulamasının ayrıca Çin’de ortaya çıkarak dünya çapında bir salgına dönüşen Covid-19 virüsüne ilişkin tarama ve teşhis çalışmalarında kullanıldığı belirtilmiştir. Bu teknoloji sayesinde akciğer görüntülerinin incelenmesi ve Covid-19 virüsü ile öteki solunum yolu hastalıkları arasında bir ayırım yapılması mümkün olmuştur. Üstelik YZ sayesinde bir tomografi görüntüsünün incelenmesi 15 dakikadan 10 saniye gibi kısa bir zamana indirgenebilmiştir. Bu durum ise sağlık çalışanlarının iş yükünü azaltmış ve hastaların hastanede bekleme süresini kısaltmak suretiyle hastalığın hastanede bulunan diğer insanlara geçme riskini de azaltmıştır.⁸⁷

Kanser teşhislerinin konulması süreçlerinde YZ destekli görüntü analizi sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin rahim ağzı kanseri ve beyin kanseri teşhisinde YZ uygulamalarının alanında uzman doktorlardan daha isabetli teşhisler koyduğu gözlemlenmiştir. Cilt kanseri teşhisinde büyük veri setleri ile eğitilen YZ programları, teşhis için incelediği bir görüntüde insana göre daha detaylı analiz yapabilmiş ve daha isabetli sonuçlar verebilmiştir.⁸⁸ Cilt kanserinin teşhisi için bazı mobil uygulamalar da geliştirilmiştir. Bu uygulamalar, yüklenen cilt fotoğraflarını, geliştirilen algoritmalar ile analiz etmektedir. Skinvision, MealApp, skinScan ve SpotMole isimli uygulamalar cilt kanseri teşhisi için geliştirilen YZ örneklerindendir.⁸⁹ Meme kanseri açısından tarama aşamasında çekilen mamografi kayıtlarının ESA kullanan YZ sistemleri ile incelenmesi sonucu normal dokular ile patolojik dokuların birbirinden ayırt edilmesinde verimli çıktılar

⁸⁶ Selma Büyükgöze ve Ebru Dereli, “Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zekâ” (Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi, Ankara, 2019), s.4, https://www.researchgate.net/publication/339091309_Dijital_Saglik_Uygulamalarinda_Yapay_Zeka (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁸⁷ Becky McCall, “COVID-19 and Artificial Intelligence: Protecting Health-Care Workers and Curbing the Spread”, *The Lancet Digital Health* 2, sy 4 (Nisan 2020): e166-e167, s.2, [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30054-6](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30054-6) (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁸⁸ Seyhan, “Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğu”, s.122-123.

⁸⁹ Karim Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare: Applications, Risks, and Ethical and Societal Impacts* (Brussels: European Parliament, 2022), s.19 [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf) (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

elde edilmektedir.⁹⁰ Ayrıca radyologların, ESA kullanarak hibrit bir şekilde yaptıkları tarama sonuçlarının sadece YZ veya sadece radyolog değerlendirmesi sonuçlarına göre çok daha isabetli sonuçlar verdiği belirtilmiştir.⁹¹ Bu hususta başka bir çalışmada ise, Teksas Metodist Araştırma Enstitüsü'ndeki bilim insanlarının meme kanseri riski hesaplanması için bir uygulama geliştirdikleri, bu uygulama ile 500 hastanın mamografi ve patoloji sonuçlarını değerlendirdiği ve uygulamanın %99 oranında isabetli sonuçlar verdiği ve teşhis süresinin bir hekimden 30 kat daha hızlı olduğu belirtilmiştir.⁹² Yine farklı bir araştırmada YSA kullanılarak konulan tanıların isabetliliği, bilgisayar desteği kullanmayan beş radyoloğun tanılarından çok daha yüksek olarak gözlemlenmiştir. Üstelik hastaların yaşı, aile öyküsü gibi etkenlerin ve tıbbi geçmişine ait bazı verilerin YSA modelleri ile birlikte değerlendirilmesi neticesinde elde edilen çıktıların isabetlilik oranının arttığı gözlemlenmiştir.⁹³ Benzer şekilde Amerika Kanser Topluluğu'nun bir araştırma sonucunda hekimler tarafından kanser olduğu söylenen hastaların mamografi sonuçlarının %50 oranında hatalı olduğu tespit edilirken YZ kullanımında isabet oranının %90'a çıktığı üstelik sonuçların hekim değerlendirmelerine kıyasla daha hızlı alınabildiği ortaya çıkmıştır.⁹⁴

Görüntü analizinde YZ kullanılmasının, teşhis aşamasına katkısı büyük ölçüde tıbbi testlerin uygulanması ve değerlendirilmesi noktasındadır. Ancak hasta öyküsünün alınması ve daha önceki tıbbi kayıtlarının incelenmesi aşamasında da YZ kullanılabilir. Bu, özellikle giyilebilir teknolojiler yoluyla toplanan veriler ve bunların analizi açısından mümkün olabilmektedir. DSÖ'nün Sağlıkta Yapay Zekâ Etiği ve Yönetimi Rehberi'nde giyilebilir

⁹⁰ Mehmet Serindere, "Meme Görüntülemeye Yapay Zekâ Kullanımı", içinde *Sağlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar*, c. 2 (Ankara: Gece Kitaplığı, 2022), s.131, https://www.gecekitapligi.com/Webkontrol/uploads/Fck/saglik_cilt2_1.pdf (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁹¹ Serindere, s.132-133.

⁹² Gamze Yorgancıoğlu Tarcan, Pınar Yalçın Balçık ve Nihat Barış Sebik, "Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ", *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi* 14, sy 1 (30 Ocak 2024): s.54, <https://doi.org/10.31020/mutftd.1278529> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁹³ Turgay Ayer, Qiushi Chen ve Elizabeth S. Burnside, "Artificial Neural Networks in Mammography Interpretation and Diagnostic Decision Making", *Computational and Mathematical Methods in Medicine* 2013 (2013): s.6, <https://doi.org/10.1155/2013/832509> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁹⁴ Derya Yeliz Coşar Soğukkuyu, "Developing Novel Model For Disease Detections By Processing Medical Data With Artificial Intelligence Techniques" (Doktora Tezi, İstanbul, Altınbaş Üniversitesi, 2023), s.10.

teknolojilerin, kişinin sağlığına ilişkin bilgileri daha iyi yansıtarak olası rahatsızlıkların tahmini ve müdahalede daha iyi zamanlamanın sağlanması için önemli bir imkân olduğundan bahsedilmektedir.⁹⁵ Örneğin giyilebilir bantlar, erken evrelerdeki kalp hastalıklarının denetimi açısından fayda sağlayabilir.⁹⁶

Erken tanının hastalıkların tedavisindeki başarı şansını ciddi oranda yükseltmesi YZ'nin ve yeni teknolojilerin bu alanda kullanım motivasyonunu artırmaktadır. Proteus Digital Health tarafından geliştirilen ve 2012 yılında FDA (Food and Drug Administration -Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından onaylanan yutulabilir sindirilmeyen sensörler, EKG takibi için kullanılarak toplanan veriler mobil uygulama üzerinden kontrol edilerek erken tanı için ciddi bir kolaylık sağlamaktadır.⁹⁷ Yine giyilebilir teknolojilerin kullanılması ile özellikle yaşlı hastalar için, düzenli kontrol edilmesi gereken değerlerin ölçümü aşamasında, giyilebilir akıllı cihazlar sayesinde hastaneye veya bir başka kişiye bağımlılık azaltılabilir.⁹⁸

Alerji ve immünoloji alanında sohbet robotlarının teşhis sürecinde özellikle hasta-klinisyen iletişimi kalitesinin artırılmasında kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu şekildeki kullanımlar hastanın sürece katılımının artmasını sağlayacaktır.⁹⁹ Ayrıca sağlık sektörü için geliştirilen YZ destekli bazı uygulamalar aracılığıyla hastanın ilk şikayetlerini dinleyerek muhtemel teşhis ile birlikte ilgili bölüme yönlendirme sağlayan uygulamalar da teşhis aşamasında kullanılan YZ uygulamalarına örnek gösterilebilir. Bunlardan IBM şirketine ait Watson uygulaması, gerçek zamanlı veri işleyerek ve kişinin önceye ilişkin tıbbi kayıtları ile entegre bir şekilde kişiye özel hastalık tahminleri yapabilmekte ve tanı koyabilmektedir. Ayrıca hastalar arasında risk durumuna göre öncelikli hastaları belirlemek ve buna dayalı sınıflandırmalar yapmak, hasta takibi için tüm bulgu ve belgeleri değerlendirerek uygulanacak tedavilere ilişkin planlamalar yapmak gibi görevler açısından da

⁹⁵ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance*, (Cenevre: Dünya Sağlık Örgütü, 2021), s.10, <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375579/9789240084759-eng.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

⁹⁶ Büyükgöze ve Dereli, “Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zekâ”, s.4.

⁹⁷ Selma Büyükgöze, “Sağlık 4.0’da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31 Aralık 2019, s.1244, <https://doi.org/10.31590/ejosat.658020> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

⁹⁸ Büyükgöze ve Dereli, “Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zekâ”, s.5.

⁹⁹ Polat Göktaş vd., “Artificial Intelligence Chatbots in Allergy and Immunology Practice: Where Have We Been and Where Are We Going?”, *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice* 11, sy 9 (Eylül 2023), s.2698, <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2023.05.042> (Erişim Tarihi: 18 Mart 2025).

kullanılmaktadır. Örneğin yılda iki yüz bin kanser hastası olan Hindistan'daki bir hastane grubunun çalışmasında, meme kanseri teşhisinde Watson uygulaması tanılarının kanser kurulu önerileri ile %90 örtüştüğü tespit edilmiştir.¹⁰⁰

Google DeepMind Health hem hastalar ve sağlık çalışanları açısından pratik fayda sağlamak hem de ulusal sağlık sistemleri açısından destekleyici bir rol üstlenmeyi hedefleyen YZ uygulamalarındandır. 2010 yılında YZ'nin olumlu etkilerini kanıtlamak üzere yola çıkan DeepMind Health, kârı maksimize etmek yerine sürdürülebilirliği sağlamak ve daha fazla hasta/hastane tarafından erişilebilir olmayı amaçladığını da belirtmiştir.¹⁰¹

Görüldüğü üzere gerek daha isabetli tarama sonuçlarına ulaşılması gerekse daha erken ve yine daha isabetli teşhisin sağlanması konularında YZ uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır. Öyle ki bazı uzmanlar ChatGPT gibi büyük dil modellerinin, doktorlar için stetoskop kadar önemli olabileceğini belirtmişlerdir.¹⁰²

2.2. Triyaj Aşamasındaki Kullanımlar

Trijaj, Hemşirelik Terimleri Sözlüğü'nde *“tedavi önceliğinin saptanması için hasta ya da yaralıların durumlarının aciliyetine göre sınıflandırma ve sıralama süreci”* olarak tanımlanmaktadır.¹⁰³ Bu sınıflandırma sayesinde hastalara uygun teşhisin sağlanması ve tedavilerine başlanması konusunda gerekli öncelik sağlanabildiği için geç müdahale riski önlenmektedir.

Bu alanda özellikle şikâyetlerin alınması, ilk sağlık bilgilerinin toplanması ve bunların değerlendirilerek gerekli planlama ve yönlendirmenin yapılması süreçlerinde YZ büyük kolaylık sağlayacağı gibi süreçte hız ve isabetlilik anlamında da fark yaratacaktır. Bunların yanı sıra bulaşıcı hastalıklar söz konusu olduğunda sağlık çalışanlarının hasta ile doğrudan

¹⁰⁰ Tuğçe Uzun, “Yapay Zekâ ve Sağlık Uygulamaları”, *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 3, sy 1 (30 Haziran 2020), s.83-84, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1096125> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

¹⁰¹ Yasin Çilhoroz ve Oğuz Işık, “Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar”, *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 23, sy 2 (2021), s.584, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1671002> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

¹⁰² Khari Johnson, “ChatGPT Can Help Doctors—and Hurt Patients”, *WIRED Middle East*, 24 Nisan 2023, <https://www.wired.com/story/chatgpt-can-help-doctors-and-hurt-patients/> (Erişim Tarihi: 01 Mart 2025).

¹⁰³ Hemşirelik Terimleri Sözlüğü, <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 04 Şubat 2025)

temasını azaltacak şekilde triyajda kullanılan YZ bulaş riskini azaltacaktır. Örneğin Meksika’da Intel firması tarafından geliştirilen YZ destekli RoomieBot isimli bir otonom robot, Covid-19 salgını kapsamında yüksek risk taşıyan hastaların triyajında kullanılmış, hastaların ateşini ve kandaki oksijen değerini ölçerek hasta öykülerini almıştır.¹⁰⁴

Triyaj alanında kullanılan YZ uygulamalarına örnek verebileceğimiz bir diğer uygulama ise Babylon YZ destekli triyaj ve teşhis sistemidir. Bu uygulama, kullanıcının sisteme girdiği semptomları analiz ederek olası riskleri hesaplamakta, hangi risklerin kullanıcıya gösterileceğine ise hastalıkların olasılık ve ciddiyetine göre karar vermektedir. Bu şekilde hem aşırı triyaj önlenmiş hem de kaynak kullanımlarındaki verimliliğin artırılması sağlanmıştır.¹⁰⁵ Üstelik Babylon triyaj ve teşhis sisteminin, ortalama olarak hekimlerden daha güvenli sonuçlar ortaya koyduğu, yalnızca uygunluk noktasında çok az bir farkla hekimlerden geride kaldığı raporlanmıştır.¹⁰⁶ Triage aşamasında istenen test sonuçları üzerinden değerlendirme yapan bir başka YZ algoritması ise sık yapılan testlerin istenebileceği durumları öngörerek hekimi bu konuda uyaramaktadır.¹⁰⁷

Chicago’da kullanılan YZ destekli Careskor uygulaması, hastaların tıbbi kayıtlarını, demografik verilerini ve davranışsal verilerini kullanarak tahminler yapmaktadır. Bu uygulama ile hastalar, kendi bedenlerine ilişkin olası riskler hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve uygulamanın isabetli tahminleri sayesinde hastanelerdeki hizmet kalitesi artırılmış olmaktadır.¹⁰⁸

Türkiye’deki kullanımlar için de Careskor uygulamasına benzer şekilde bir e-triyaj örneği olan “Neyim Var?” uygulamasından bahsedebiliriz. Bu uygulama, kullanıcıların e-devlet veya e-nabız bilgileri üzerinden giriş yaptıktan sonra açılan sorulara vermiş oldukları

¹⁰⁴ Steve Rogerson, “Intel-Powered Robot Triage Covid-19 Patients”, IoT M2M Council, <https://www.iotm2mcouncil.org/iot-library/news/connected-health-news/intel-powered-robot-triages-covid-19-patients/> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

¹⁰⁵ Salman Razzaki vd., “A comparative study of artificial intelligence and human doctors for the purpose of triage and diagnosis” (arXiv, 27 Haziran 2018), s.4, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.10698> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025); Barry Solaiman ve I. Glenn Cohen, ed., *Research handbook on health, AI and the law*, Research handbooks in health and medical law series (Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2024), s.28, <https://www.elgaronline.com/edcollbook-0a/book/9781802205657/9781802205657.xml> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

¹⁰⁶ Razzaki vd., s.6.

¹⁰⁷ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.28.

¹⁰⁸ Büyükgöze ve Dereli, “Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zekâ”, s.6.

yanıtlar sonucunda muhtemel teşhisleri ve önerilen branşları bildirmektedir. Ayrıca uygulamanın karar verme sürecinde, hastanın daha doğru yönlendirilmesi için e-nabız sisteminde bulunan sağlık kayıtlarının da kullanıldığı belirtilmiştir.¹⁰⁹ Türkiye’deki bir başka örnek olarak e- nabız sistemi gösterebilir. Kullanıcılar, giyilebilir teknoloji verilerini, e-nabız sistemine işleyerek bu verileri izleyebilirler. Bu verilere erişimine izin vermeleri halinde hekimlerin de bu verileri olası teşhis veya tedavi için kullanması mümkün olabilir. Teknolojik ilerlemeler doğrultusunda, e-nabız sisteminin hastayı temsil edecek bir üç boyutlu hasta vücudu oluşturulmasında ve “sanal hasta” üzerinde hastalığın ve dolayısıyla tedavi denemelerinin görselleştirilmesinde de kullanılabileceği belirtilmiştir.¹¹⁰

2.3. Tedavi Alanındaki Kullanıma İlişkin Örnekler

Hastanın sağlık durumunu iyileştirmek, hafifletmek, ilerlemesini yavaşlatmak veya kötüye gitmesini önlemek amacıyla yapılan bakım, tedavi olarak adlandırılabilir.¹¹¹ İlgili tanımdan da anlaşılacağı üzere tedavinin amacı bir hastalığın belirtilerini ortadan kaldırmak olabileceği gibi hastalığın etkilerinin azaltılması veya kişinin genel sağlık durumunun desteklenmesi de olabilir. Ayrıca hastalığın çeşidine göre pek çok farklı tedavinin birlikte veya ayrı ayrı uygulanması söz konusu olabilir. İlaçla tedavi, cerrahi müdahale, fiziksel tedavi, psikolojik tedavi, yaşam tarzında değişiklik yapılması, tedavi yöntemlerinden birkaçı olarak örnekleme amacıyla sayılabilir.

YZ uygulamalarının tedavi alanındaki kullanımlarını, pek çok farklı tedavi şekli için farklı aşamalarda görebilmekteyiz. Özellikle doğrudan iyileştirmeye yönelik bir adım olması nedeniyle tedavi alanındaki YZ kullanımlarının sonuçları hem hasta açısından hem de sağlık çalışanları açısından daha net görülebilmektedir. Bu kapsamda bu başlık altında tedavide kullanılan YZ uygulamalarının kullanımını iki kategoriye ayırarak inceleyecek ve örneklendireceğiz.

¹⁰⁹ Şuayıp Birinci, “A Digital Opportunity for Patients to Manage Their Health: Turkey National Personal Health Record System (The e-Nabız)”, *Balkan Medical Journal* 40, sy 3 (08 Mayıs 2023): s.219, <https://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2023.2023-2-77> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

¹¹⁰ Birinci, s.216.

¹¹¹ Merriam-Webster Sözlüğü, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/treatment> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

2.3.1. Cerrahi alandaki kullanımlar

Tedavi aşamasında YZ kullanımı denildiğinde ilk akla gelen tedavi yöntemi genellikle cerrahi tedavi olmaktadır. Bu durum şüphesiz robotik cerrahinin çok yaygınlaşmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Cerrahi alanında YZ'nin ilk kullanımı, 1976 yılında Gunn tarafından bilgisayar analizi ile akut karın ağrısı teşhisine yönelik araştırmalardaki kullanım olarak bilinmektedir.¹¹² Sonrasında ise gerek cerrahi robotların geliştirilmesi gerekse YZ analiz sistemlerinin cerrahi operasyon öncesinde veya işlem anında kullanılması yöntemleri ile YZ kullanımları hızla artış göstermiştir.

Kavramsal açıdan incelediğimizde cerrahi robotun; cerrahi operasyonda kullanılacak olan araçları hareket ettirmek ve konumlandırmak için programlanabilen ve bilgisayar ile kontrol edilebilen, yapay algılama kapasitesine sahip bir makine olarak tanımlandığını görüyoruz.¹¹³ Yani YZ tanımından farklı olarak robotik cerrahide, yalnızca bir yazılım sistemi olmayıp bir makine donanımı da kullanılmaktadır. Hatta her ne kadar cerrahi robotlar çok büyük oranda YZ destekli makineler olsa da robotik cerrahide her zaman YZ kullanılmayabileceğini de belirtmek gerekir. Çünkü bazı robotik cerrahi yöntemlerinde yalnızca makine avantajları kullanılarak daha dar alanlarda cerrahi operasyonun etkinliğini artırmak veya kolaylaştırmak amacıyla cerrahi robotlardan yararlanılmaktadır.

Cerrahi robotların kullanılması fikri ilk olarak NASA'nın uzaydaki astronotlara uzaktan müdahale edebilme isteği ile ortaya çıkmış sonrasında ise NATO'nun askeri bölgelerdeki yaralı askerlere müdahale süreçlerinin daha etkin olması amacıyla robotik sistemlerin gelişimi için çalışmalar sürdürülmüştür.¹¹⁴ Cerrahi robotların ilk kullanımı ise 1985 yılında Pittsburg'da beyin cerrahisi alanında kullanılan PUMA 560 olarak bilinmektedir.¹¹⁵ Bu

¹¹² An Ramesh vd., "Artificial Intelligence in Medicine", *Annals of The Royal College of Surgeons of England* 86, sy 5 (01 Eylül 2004): s.334, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15333167/> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025); Çilhoroz ve Işık, "Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar", s.579.

¹¹³ Hidayet Enes Şahinli, "Robotik Cerrahide Hekimin Cezai Sorumluluğu" (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, İstanbul Medipol Üniversitesi, 2023), s.27.

¹¹⁴ Şahinli, s.25-26.

¹¹⁵ Koray Doğan, "Sürücüsüz Araçlar, Robotik Cerrahi, Endüstriyel Robotlar ve Cezai Sorumluluk", *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 21, sy Özel Sayı; Prof. Dr. Durmuş Tezcan'a Armağan (2019), s.3228, <https://hukuk.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2019/09/KORAY-DOGAN.pdf> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

başlangıcın arkasından hızlı bir şekilde gelişen cerrahi robotlardan, FDA tarafından karın bölgesinde klinik kullanım için ilk onay alan robot AESOP olmuştur. İlk tanıtımı esnasında ayak pedalı veya el ile manuel bir şekilde kullanılırken sonraları bu sistem sesli komut ile kullanılabilir şekilde geliştirilmiştir.¹¹⁶ Halen dünya çapında yaygın şekilde kullanılmakta olan da Vinci cerrahi robotları; genel cerrahi, üroloji, kardiyotorasik cerrahi ve pediatrik cerrahi gibi çeşitli alanlarda cerrahlara yardımcı olmaktadır. Cerrah tarafından kontrolün sağlandığı konsol, işlemleri gerçekleştiren araç kısmı ve görüntüleme ekranı olmak üzere üç bölümden oluşan bu robot; insan cerrahın el hareketlerindeki kısıtlılığa bağlı dezavantajları ortadan kaldırması ve daha net görüntü sağlaması açısından önem taşımaktadır.¹¹⁷ Daha sonraları ise robotik cerrahi fikrinin ilk ortaya atıldığı nedenlere uygun olacak şekilde uzaktan kontrol edilmesi mümkün olan ZEUS sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem AESOP'un kurucuları tarafından geliştirilmiş, SOCRATES isimli bir uzaktan bilgisayar bağlantısı kullanılarak uzun mesafede bulunan cerrahların, ameliyathane ile bağlantı kurarak operasyonu robotik cerrahi kolları ile yürütmesi sağlanmıştır.¹¹⁸

Tele-cerrahi yani cerrahi ekibin başka bir alanda bulunan hasta üzerinde uzaktan cerrahi işlem yapması¹¹⁹ açısından buna uygun cerrahi robotların geliştirilmesi ne kadar önemli ise iletişim hızı da bir o kadar önem taşır. Örneğin 11 Haziran 2024'te 5G teknolojisinin iletişimde sağladığı hız ve robotik cerrahi sistemleri kullanılarak kıtalar arası bir cerrahi operasyon gerçekleştirilebilmiştir. Pekin'de bulunan Çinli cerrah Zhang Xu, Roma'da bulunan hastanın prostat ameliyatını tele-cerrahi yolu ile gerçekleştirmiştir.¹²⁰ Böylelikle ilk kez 8.000 km uzaklıktan kıtalar arası bir mikrocerrahi işlemi yapılmıştır. Bu cerrahi operasyonu gerçekleştiren cerrah Zhang Xu, tele-cerrahide en büyük sorunun iletişim

¹¹⁶ Makoto Hashizume ve Kouji Tsugawa, "Robotic Surgery and Cancer: The Present State, Problems and Future Vision", *Japanese Journal of Clinical Oncology* 34, sy 5 (01 Mayıs 2004), s. 228, <https://doi.org/10.1093/jjco/hyh053> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

¹¹⁷ Hashizume ve Tsugawa, s. 228.

¹¹⁸ Hashizume ve Tsugawa, s.229.

¹¹⁹ SM Saceanu vd., "Telesurgery and Robotic Surgery: Ethical and Legal Aspect", *Journal of Community Medicine & Health Education* 05, sy 03 (2015), s.1, <https://doi.org/10.4172/2161-0711.1000355> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

¹²⁰ Edwin O, "China Has Just Achieved What Was Thought to Be Impossible: This Robot Has Saved a Life 8000 Km Away", 27 Eylül 2024, <https://www.ecoticias.com/en/china-develops-telesurgery-robot/6854/> (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2025).

olduğunu, şimdiki teknoloji ile iletişimdeki gecikmelerin neredeyse aynı odada hissettirecek kadar az olduğunu ifade etmiştir.¹²¹

Devrim niteliğindeki bu işlem, robotik cerrahinin ilk aşamada hedeflenen amaca uygun olarak askeri alanlardaki yaralıların tedavisinin uzaktan hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesinin de mümkün olduğunu göstermektedir. Ayrıca sağlık hizmeti alabilmek için çok uzak mesafeler aşması gereken bazı hastaların, uzman cerrah ile aynı yerde bulunması zorunluluğu olmaksızın zamandan ve yoldan tasarruf ederek kendi bulunduğu yerde kalarak uzman cerrahtan sağlık hizmeti almasının mümkün olduğu kanıtlanmıştır.

Cerrahi işlemindeki bazı spesifik görevler için geliştirilen otonom robotları da bu alandaki kullanımlara örnek gösterebiliriz. Bu kapsamda cerrahide kullanılmak üzere kendi kendine dikiş atabilen robotlar geliştirilmiş hatta bağırsak anostomozunun dikilmesi için bir otonom cerrahi robotun, laboratuvar ortamında cerrahlara kıyasla daha iyi dikiş attığı gözlemlenmiştir. Üstelik otonom robotun attığı dikişler, yalnızca cerrahın elle attığı dikişlerden daha iyi olmakla kalmamış aynı zamanda laparoskopi ile da Vinci cerrahi robotların kullanımından da daha iyi sonuç vermiştir.¹²²

Cerrahi alanındaki diğer kullanımlara bakacak olursak “Cyber Knife” isimli bir robotik radyo cerrahi sistemi sayesinde tümörün, yüksek doz radyasyonun farklı açılardan uygulanması sayesinde açık ameliyata gerek kalmaksızın sağlam dokuları da koruyacak şekilde tedavi edebildiğinden bahsetmek gerekecektir.¹²³ Yine cerrahi işlem sırasında YZ destekli cerrahi robotların yanı sıra kullanılan YZ modelleri ile hastaya ilişkin tüm sağlık bilgilerinin incelenmesi ve YZ’nin operasyon sırasında bu bilgiler ve hasta durumu

¹²¹ Nalin Rawat, “Chinese Doctors Conduct First-of-Its-Kind Remote Robotic Surgery”, Supercar Blondie, 15 Haziran 2024, <https://supercarblondie.com/chinese-doctor-performs-remote-robotic-surgery/> (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2025).

¹²² Kun-Hsing Yu, Andrew L. Beam ve Isaac S. Kohane, “Artificial Intelligence in Healthcare”, *Nature Biomedical Engineering* 2, sy 10 (10 Ekim 2018): s.726, <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

¹²³ Leyla Özdemir ve Aylin Bilgin, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı ve Etik Sorunlar”, *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi* 8, sy 3 (2021): s. 441, <https://doi.org/10.54304/SHYD.2021.63325> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

üzerinden yapacağı değerlendirmeler sonucu cerraha çeşitli öneriler sunması sağlanmaktadır.¹²⁴

2.3.2. Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar

Cerrahi tedavi dışındaki diğer tedavi türlerinde ve tedavinin her aşamasında YZ desteğinden faydalanmak mümkündür. Buna ilişkin olarak DSÖ'nün yayınladığı rehberde hekimlerin; konsültasyon aşamasında hasta kayıtlarının aktarılması, durumu riskli olan hastaların ve dezavantajlı grupların saptanması, tedavi sürecinde alınacak kararlarda karar destek mekanizması olarak faydalanılması ve klinik açıdan yapılmış hataların tespit edilmesi gibi farklı şekillerde YZ'yi kullanabilecekleri belirtilmiştir.¹²⁵ Ayrıca özellikle alerji ve immünoloji alanında yapılan bir çalışmada kişiselleştirilmiş tedavi önerilerinin sunulmasında YZ sohbet botlarından faydalanmak mümkündür.¹²⁶ Nitekim halihazırda bu şekilde farklı aşamalar için geliştirilen ve kullanılan çok çeşitli YZ uygulamaları mevcuttur.

Klinik karar destek sistemleri, klinisyenin karara yönelik fikirlerini simüle edecek şekilde bu kararın gerekliliklerine ve özellikle sonuçlarına ilişkin bilgileri verir ve buna göre tavsiyelerini belirtir. Onkoloji alanında CancerLinq ve OncoDoc gibi bazı karar destek sistemleri kullanılmakla birlikte onkoloji tedavi seçimine ilişkin bilişsel destek sunan karar destek sisteminin ilk örneğinin IBM'in Watson for Oncology olduğu belirtilmiştir. Bu sistem literatürden, protokollerden ve hasta dosyalarından bilgi edinebilmesinin yanı sıra uzmanların kararlarından ve test vakalarına ilişkin verilerden öğrenebilmektedir.¹²⁷ IBM'in onkoloji tedavileri için geliştirdiği bu karar destek sistemi hakkında yapılan bir araştırma sonucunda, uygulama sonuçları ile Hindistan'da bulunan Manipal Kapsamlı Kanser Merkezi'ndeki multidisipliner bir tümör kurulunun meme kanserine ilişkin tedavi önerileri arasındaki uyum oranı %93 olarak tespit edilmiştir.¹²⁸ Üstelik bir başka çalışmada aynı uygulamanın sağladığı zaman tasarrufu ifade edilmiş ve hekimlerin manuel bir şekilde verileri analiz edip tedavi önerisi sunmasının 20 dakika sürdüğü ve verilere ilişkin aşinalık

¹²⁴ Seyhan, "Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğu", s.125.

¹²⁵ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.7.

¹²⁶ Göktaş vd., "Artificial Intelligence Chatbots in Allergy and Immunology Practice", s.2698.

¹²⁷ S.P. Somashekhar vd., "Watson for Oncology and Breast Cancer Treatment Recommendations: Agreement with an Expert Multidisciplinary Tumor Board", *Annals of Oncology* 29, sy 2 (Şubat 2018), s. 419, <https://doi.org/10.1093/annonc/mdx781> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

¹²⁸ Somashekhar vd., s.420.

kazanan hekimler açısından bu sürenin 12 dakikaya düştüğü ancak IBM Watson'ın yalnızca 40 saniyede veri analizi yaparak tedavi önerisi sunabildiği açıklanmıştır.¹²⁹ Uygulamanın hem isabetlilik hem de zaman açısından bu denli verimlilik sağlaması, YZ kullanımlarına ilişkin motivasyonu yükseltecek niteliktedir.

IBM'in tedavi alanında kullanılan pek çok başka uygulaması bulunmaktadır. Bunlardan IBM Phytel isimli programın; öncelikli olarak tedavi görmesi gereken hastaları belirleyebildiği, risk durumunu değerlendirerek gruplandırmalar yapabildiği, hastanın klinik durumunu eksiksiz bir şekilde yansıtabildiği ve buna göre müdahale planı oluşturabildiği belirtilmiştir. Ayrıca gerçek zamanlı veri işleyebilme kapasitesi sayesinde hastaya özel kişiselleştirilmiş raporlar da sunabilmektedir.¹³⁰

Başka bir karar destek mekanizması olarak görebileceğimiz YZ destekli manyetik rezonans görüntüleme sistemleri sayesinde kanser tedavilerinde, hastanın neoadjuvan kemoterapiye vereceği yanıt, çok erken bir aşamada hatta bazı durumlarda kemoterapi alınmasından da önce tahmin edilebilmektedir. Bu durum hekimler açısından; gereksiz kemoterapi uygulamalarından kaçınarak cerrahi işleme yönelme veya yanıtın olumlu olacağına ilişkin tahminleri gözeterek cerrahi işlemde kaçınma ve kemoterapi tedavisi ile ilerleme seçenekleri arasında karar vermeyi kolaylaştıracaktır.¹³¹ Komadaki hastaların uyanıp uyanmayacağına ilişkin tahminlerin yapılması ve bu tahmin kapsamında bir karar verilmesi konusunda da YZ desteğinden faydalanılabilmektedir. Bu konuda Çin'de koma halindeki 19 yaşında bir hasta hakkında hekimler hastanın uyanamayacağını tahmin ederken kullanılan YZ sistemi, hastanın uyanacağını ve hatta uyanma zamanını tahmin etmiş, uyandığında uygulanacak müdahale planını dahi oluşturmuştur.¹³²

Tedavi aşamasında özellikle karar verilmesine esas bilgilerin sağlanması ve analizi konusunda, YZ destekli giyilebilir teknolojilerin kullanımından da bahsetmemiz gerekir. K'Watch isimli bir uygulama ile diyabet hastalarının, uygun sensör ve YZ sistemleri ile donatılmış bir saati kollarına takarak şeker düzeylerini sürekli olarak gözetim altında

¹²⁹ Yorgancıoğlu Tarcın, Yalçın Balçık ve Sebik, "Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ", s.53.

¹³⁰ Uzun, "Yapay Zekâ ve Sağlık Uygulamaları", s. 83-84.

¹³¹ Serindere, "Meme Görüntülemesinde Yapay Zekâ Kullanımı", s.137.

¹³² Yorgancıoğlu Tarcın, Yalçın Balçık ve Sebik, "Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ", s. 54.

tutmaları sağlanmıştır. Hatta hasta vücuduna yerleştirilecek insülin pompaları ile hastanın kan şekeri düzeyine göre salgılanması gereken insülin miktarına da YZ karar verebilecektir.¹³³

YZ teknolojileri yalnızca fiziksel hastalıkların tedavisinde değil ruhsal rahatsızlıklarda da kullanılabilmektedir. Bu alandaki kullanımlar açısından YZ'nin doğal dil işleme özelliği ön plana çıkmaktadır. YZ'nin ilk uygulamalarından biri olarak ifade edilen ELIZA sistemi, 1964-1967 tarihleri arasında Joseph Wiezenbaum tarafından psikiyatri hastalarına yönelik psikoterapi için geliştirilmiş ve Turing Testi uygulanan ilk sohbet robotu uygulamalarından biri olmuştur.¹³⁴ Yine Wysa isimli terapi botu, YZ temelli bir sistem olarak stres, depresyon, anksiyete gibi şikayetleri olan kişilere psikolojik destek sağlayarak tavsiyelerde bulunmaktadır. Wysa uygulamasının dünya çapında 1,3 milyon kullanıcısı olduğu belirtilmektedir.¹³⁵ YZ'nin, bu alandaki gelişmeler ile birlikte, insana ait duyguları da hissedebildiği bir aşamaya geldiğinde, özellikle psikolojik destek için kullanılacak YZ uygulamalarında çok daha büyük bir gelişim yaşanacağını söyleyebiliriz. Doğal dil işlemenin yanı sıra yüz tanıma teknolojileri de ruhsal rahatsızlıkların tedavi süreçlerinde kullanılabilir. Duygusal acı düzeyinin depresyona ve intihara kadar ilerleyebilen ağır sonuçları olabilmektedir. Yüz tanıma teknolojilerinden faydalanılarak depresyon hastalarının duygularının takibi ve ilaç alımının kontrolü ile hastalığın ilerlemesini ve intihar gibi olumsuz sonuçları önlemek mümkün olabilir.¹³⁶

Hızla gelişen YZ teknolojileri ve internetin hız ve kullanım alanı çeşitliliğinin her geçen gün artış göstermesine bağlı olarak gelecekte bu gelişen teknolojinin tedavi alanındaki kullanımını artırmayı hedefleyen projeler mevcuttur. Örneğin Elon Musk tarafından geliştirilen “Starlink Uydu Ağı Projesi” ve 2017 yılında gündeme getirilmiş olan “Neuralink Projesi” kullanılarak insan beyninin nesneleştirilmesinin ve kullanılan

¹³³ Seyhan, “Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğu”, s.123-124.

¹³⁴ Perihan Elif Ekmekci, “Sağlık Alanında Yapay Zekâ ve Kişisel Veriler”, içinde *Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış*, KVKK Yayınları 64 (Ankara: Adalet Yayınevi, 2025), s.292, <https://kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

¹³⁵ Betül Akalın ve Ülkü Veranyurt, “Sağlıkta Dijitalleşme ve Yapay Zekâ”, *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi* 2, sy 2 (2020), s.136, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1452754> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

¹³⁶ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.43.

yazılımlar aracılığı ile insan beyninin internete bağlanması öngörülmektedir. Ayrıca insan beynindeki nöron etkinliklerinin kaydedilmesinin mümkün olabileceği bu sayede Alzheimer, Demans, Parkinson gibi oluşum sebebi halen net olarak tespit edilememiş olan beyin kaynaklı hastalıkların tedavisinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.¹³⁷

2.4. İlaç Geliştirilmesi ve Test Edilmesi ile İlaçla Tedavi Alanlarında YZ Kullanımı

İlaçlar, esasen tedavi sürecinin en önemli unsurlarından bir tanesidir. İlaç sektöründe ilacın geliştirilme ve test aşamalarında YZ uygulamalarından sıklıkla faydalanılmaktadır.¹³⁸ Bu durum da göz önünde bulundurularak hem ilaç geliştirilmesinde hem de ilaçla tedavide YZ kullanımları ayrı bir başlık altında beraberce ele alınacaktır.

Bilindiği üzere ilaçların tedavi edici özelliklerinin yanı sıra hastalar üzerinde meydana gelen veya en azından meydana gelme potansiyeli olan yan etkiler bulunmaktadır.¹³⁹ İlacın niteliğine veya kullanan hastanın özelliklerine göre bu yan etkiler değişkenlik göstermektedir.¹⁴⁰ Dolayısıyla bazı durumlarda ilacın tedavi ettiği hastalıktan daha büyük bir hastalığa sebebiyet vermesi gibi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.¹⁴¹ Bunun önlenmesi için hekimler, hastanın biyolojik ve fizyolojik özelliklerini göz önünde bulundurarak en uygun ilacı belirlemelidir.¹⁴² Bu kapsamda bir ilacın reçete edilmesinden önce hastaya mutlaka bir alerjisi olup olmadığı sorulmalı, ilacın kullanımı halinde sorun teşkil edebilecek diğer bazı özel durumların (mide hastalıkları, hamilelik veya emzirme, kalp ile ilgili rahatsızlıklar vs.) hastada bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir. Ancak hekimlerin birer insan olmasına bağlı olarak bu sorulardan bazılarının unutulma ya da hastanın soruların cevabı hakkında dikkatsizlik veya bilgisizlik sonucu yanıltıcı cevaplar verilebilme ihtimalleri nedeniyle bu manuel sorgulama yönteminin çok güvenilir olmadığı aşîkârdır.

¹³⁷ Özdemir ve Bilgin, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı ve Etik Sorunlar”, s.441.

¹³⁸ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.17; Başak Ozan Özparlak ve Müge Çetin, “ChatGPT ve Üretici Yapay Zekâ Modellerinde Mahremiyet ve Güvenliğin Hukuki Boyutu”, *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi* 29, sy 2 (Aralık 2023), s.1014, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3351601> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

¹³⁹ Uğur Aşkın, “İlaç Üreticisinin Cezai Sorumluluğu”, *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, sy 57 (15 Ocak 2024), s.116, <https://doi.org/10.54049/taad.1418057> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

¹⁴⁰ Aşkın, s.121.

¹⁴¹ Aşkın, s.117.

¹⁴² Aşkın, s.122.

Dolayısıyla ilaçla tedavide, ilacın hastaya uygun olup olmadığını tespit aşamasında YZ sistemlerinin kullanılması, oldukça işlevsel olacaktır.

YZ'nin katılımcı sağlık alanındaki uygulamalarını ve etkilerini inceleyen bir çalışmada; kullanıcıların tıbbi deneyimleri, ilaçlarla ilgili yan etkiler, ilaçların etkinliği ve güvenli ilaç kullanımı gibi görüşlerini içeren sosyal medya paylaşımlarının YZ ile analiz edildiği belirtilmektedir. Bunun sonucunda hekimlerin ilaç etkileşimlerine ilişkin bilgileri reçete düzenleme aşamasında kullanması ve böylelikle tedavi sürecinin geliştirilmesi mümkün hale gelmektedir. Bunun yanı sıra sosyal medya verileri üzerinden, ilaçların ender görülen yan etkilerinin tespit edilmesi ve bu sayede ilaç geliştiriciler için risklerin azaltılması için çalışmalar yapılması da mümkün olabilecektir.¹⁴³

DSÖ tarafından yayınlanan rehberlerde de ilaç sektöründeki YZ kullanımlarından bahsedilmektedir. Bu kapsamda ilaç geliştirme döngüsünün hemen hemen tüm aşamalarında YZ kullanıldığından bahsedilmiş ve bu aşamalar *“bileşik taramalarını hızlandırmak, bir proteinin üç boyutlu şeklini tahmin etmek, bileşiklerin prelinik aşamadaki toksisite ve etkinliğini tahmin etmek ve klinik denemeler sırasında işe alımı, kaydı ve izlenmesini iyileştirmek”* şeklinde örneklenmiştir.¹⁴⁴ Ayrıca ilaç keşfi ve ilaç geliştirme süreçlerinin YZ uygulamaları sayesinde hem daha basit hem de çok daha hızlı bir hale getirilmesi öngörülmektedir. Örneğin Aralık 2020'de Deepmind AlphaFold'un protein katlanma problemini çözdüğüne ilişkin duyurusu, hastalıkları anlamak ve buna uygun yeni ilaçlar ve aşılar geliştirilmesi konusunda sağlayacağı hız ve kolaylık açısından oldukça önemlidir.¹⁴⁵ İlaç geliştirme sürecinde YZ kullanımına bir diğer örnek; akciğerde yara izine neden olan ve tedavi edilmediğinde ölüme neden olabilen idiopatik pulmoner fibrozis hastalığının tedavisi için Insilico Medicine firmasının tamamen üretken YZ kullanarak geliştirmiş olduğu INS018_055 adlı ilacı gösterebiliriz. Bu ilacın tamamen YZ

¹⁴³ Kerstin Denecke vd., “Artificial Intelligence for Participatory Health: Applications, Impact, and Future Implications”, *Yearbook of Medical Informatics* 28, sy 1 (2019), s. 170, <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677902> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

¹⁴⁴ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.17-18.

¹⁴⁵ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.11-12.

tarafından geliştirilip ikinci faz insan deneyleri aşamasına gelen ilk ilaç olduğu belirtilmektedir.¹⁴⁶

YZ'nin ilaç sektöründe sağlayacağı hız ve kolaylığın ne denli önemli olduğunun anlaşılabilmesi için mevcut koşullarda bir ilaç geliştirmenin ne kadar sürdüğüne ve maliyetinin ne kadar olabileceğine de bakmak gerekir. Bu konuda California Biyomedikal Araştırma Birliği tarafından açıklanan bilgilere göre bir ilacın araştırma laboratuvarlarından hastaya ulaşmasına kadar geçen sürenin tam 12 yıl olduğu belirtilmiştir. Kaldı ki geliştirilmek üzere klinik öncesi test süreçlerine başlanmış ilaçların çok az bir kısmının kullanım için onay alabildiği belirtilmiştir. Bir ilaç geliştirmenin maliyetinin ise yaklaşık 359 milyon ABD doları olduğu ifade edilmiştir.¹⁴⁷ YZ'nin ilaç geliştirme maliyetine etkisine ilişkin somut bir örnek olarak GlaxoSmithKline (GSK) şirketini gösterebiliriz. Bu şirket yeni ilaçlar üretme aşamasında, bir YZ şirketi olan Exscientia için 43 milyon dolar bütçe ayırarak ilaç geliştirme maliyetlerinde ve geliştirme süresinde %75 oranında tasarruf elde etmiştir.¹⁴⁸

İlaçla tedavi konusunda YZ desteği, hastanın ilaç alımına ilişkin takibinin yapılması aşamasında da etkin bir şekilde kullanılabilir. Bir çalışmada bir hasta grubuna belirli algoritmalara sahip yazılımlar içeren mobil cihazlar sağlanarak kullanacakları ilaçların dozlarının kaçırılması, geciktirilmesi veya hatalı doz alınması durumlarında klinik personellerine mesaj ve e-posta ile bildirim iletilmiştir.¹⁴⁹ Sonuç olarak ilaç alımları YZ uygulaması sayesinde izlenen hastalarda %67 oranında mutlak iyileşme gözlenmiş olup bu çalışma ile YZ'nin ilaç alımlarının takibinde ve hasta davranışlarının değiştirilmesinin temininde önemli bir katkı sunabileceği ortaya konulmuştur.¹⁵⁰

¹⁴⁶ Hayden Field, "The First Fully A.I.-Generated Drug Enters Clinical Trials in Human Patients", CNBC, 29 Haziran 2023, <https://www.cnbc.com/2023/06/29/ai-generated-drug-begins-clinical-trials-in-human-patients.html> (Erişim Tarihi: 17 Mart 2025).

¹⁴⁷ Yorgancıoğlu Tarcan, Yalçın Balçık ve Sebik, "Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ", s.53.

¹⁴⁸ Yorgancıoğlu Tarcan, Yalçın Balçık ve Sebik, s.54.

¹⁴⁹ Daniel L. Labovitz vd., "Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy", *Stroke* 48, sy 5 (Mayıs 2017), s.1417, <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.016281> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

¹⁵⁰ Labovitz vd., s.1418.

İlaçla tedavi sürecinde YZ uygulamalarının ve nesnelerin interneti kullanımının farklı bir örneği giyilebilir sensör yamalarıdır. Bunlar içinde barındırdığı sensörler aracılığı ile veri takibi yapan deri üzerine yapıştırılabilen ve su geçirmez olduğu için günlük hayatta kolaylıkla kullanılabilen yamalardır. Pek çok farklı alanda kullanılmak üzere geliştirilmiş olan bu araçlar, insülin miktarının ölçülmesine ve buna göre alınacak insülin dozajının belirlenmesine yardımcı olabiliyor.¹⁵¹ Ayrıca grip aşısının bir cilt yaması ile verilebilmesi de mümkün hale gelebilmektedir. Üstelik bu şekilde verilen aşının, ilk aşıda dahi geleneksel aşılama yöntemi kadar etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu yamaların ayrıca kızamık, kızamıkçık, çocuk felci aşıları için de geliştirilmekte olduğu ve bu yamalar sayesinde halen bu hastalıkların yaygın olduğu ülkelerde aşılamaı kolaylaştırabileceği belirtilmiştir. Üstelik soğuk saklama alanlarında muhafaza zorunluluğu olmaması ve uygulamanın yüksek eğitimli bir sağlık çalışanı gerektirmiyor oluşu uygulama kolaylığını daha da artırmaktadır.¹⁵²

YZ'nin ilaç sektörünün geleceği açısından çok daha büyük katkıları olacağı öngörülmektedir. İlaç etkinliklerine ve maliyet çalışmalarına ilişkin her türlü hesaplamalar, yeni ilaçların keşfedilmesi, tıbbi görüntüler ve kayıtlar ile genetik verilerin analiz edilmesi, giyilebilir teknolojiler üzerinden elde edilecek verilerin taranması, tıbbi literatüre dair tüm bilgilerin analizi süreçlerinde YZ kullanımı zaten şu anda söz konusudur. Ancak ilerleyen zamanlarda insan vücudunun ve organlarının bir kopya şeklinde doku çipleri üzerinde oluşturulması mümkün olabilir ve bu sayede 2040 yılına gelindiğinde ilaç testlerinin insan veya hayvanlar üzerinde denenmesine gerek kalmadan sanal testlerinin yapılabileceği öngörülmektedir. Yine bu verilerin kullanılması sayesinde her bir reçete, her hasta için onun genetik özellikleri, yaşam tarzı gibi faktörlere göre bireyselleştirilerek hazırlanabilir.¹⁵³

2.5. Sağlık Hizmetlerinin Yönetimi ve Planlanmasında Kullanılması

Sağlık hizmetlerinin sunulmasında teşhis, tedavi gibi doğrudan hastaya ilişkin işlemlerin yanında bu hizmetin sunulduğu merkezlerdeki yönetim ve organizasyon yapısı da hayati

¹⁵¹ Büyükgöze, “Sağlık 4.0’da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme”, s.1245.

¹⁵² Eleanor Steafel, “From the Flu Jab to the Pill – Why Microneedle Patches Are the Future of Medicine”, *The Telegraph*, 10 Temmuz 2017, <https://www.telegraph.co.uk/women/life/flu-jab-pill-microneedle-patches-future-medicine/> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

¹⁵³ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.12.

önem taşır. Çünkü tedaviyi saptayacak ve uygulayacak olan sağlık çalışanları ne kadar iyi olursa olsun, hastanenin yönetim ve planlama anlamında eksiği olduğunda hasta bu durumdan önemli zararlar görebilir. Nitekim mevcut hukuk sistemimizde hastanenin planlamaya dair bir eksikliği sebebiyle hastanın zarar görmesi halinde, hastane “organizasyon kusuru” sebebiyle bu zararından doğrudan sorumlu olmaktadır.¹⁵⁴ Uluslararası hukukta da hastanenin yeterli teknik donanım ve personel desteğine sahip olması bir yükümlülük olarak öngörülmüş ve buna aykırılık hallerinde ihlal değerlendirmesi yapılmıştır.¹⁵⁵ Dolayısıyla hastanelerin ve sağlık hizmeti sunan tüm merkezlerin, organizasyonu sağlarken özenli hareket etmesi elzemdir. Üstelik bu sorumluluk gereği hastane tarafından sağlık hizmetinin planlanmasında kullanılacak YZ sistemlerinin kusurlu olması hâlinde hastane, buna bağlı zararlardan sorumlu tutulabilecektir.¹⁵⁶

Sağlık hizmetine ilişkin planlama ve yönetimin iyileştirilmesi için YZ kullanımına elverişli pek çok görev sayabiliriz. DSÖ’nün yayınladığı rehberde bu hususta özellikle; tıbbi malzeme tedarikine ilişkin süreçlerle bağlantılı olarak lojistik alanında, rutin ve tekrarlanan görevlerin yerine getirilmesinde, karar destek mekanizması olarak organizasyona ilişkin karar alma süreçlerinde kullanılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca YZ sistemleri kullanıldığında sağlık merkezi yönetiminde dolandırıcılık veya israfın tespiti ve önlenmesi, hastaların randevularına ilişkin analizler ile randevusuna gelmeyecek hastaların önceden tahmin

¹⁵⁴ Organizasyon kusurunun varlığı halinde sorumluluğun doğacağı Danıştay 15. Daire, E. 2015/2607 K. 2016/3893 T. 30.05.2016 kararında da ifade edilmiştir: “İdarenin araç/gereç/cihaz eksikliği, teşkilatı yetersiz kurması yahut tıbbi ameliyedeki organizasyon eksikliği nedeniyle tedavide aksamaya yol açması da bir tür hata olarak nitelendirilmekte, İdarenin sunduğu sağlık hizmetinin gereği gibi işlememesini ifade etmektedir. Bu durumda tıbbi ameliye kapsamında dahil edilemeyecek birtakım bakım, gözetim ve diğer yan yükümlülüklerin hiç veya gereği gibi yapılmaması nedeniyle oluşacak zararlarda, hekim yahut diğer sağlık personeline doğrudan kusur atfedilemeyecekse de İdarenin sorumluluğundan söz edilebilecektir. Somut olayda da hekime yahut diğer sağlık personeline doğrudan kusur atfedilemeyecekse de doğan organizasyon eksikliği nedeniyle sağlık hizmetini gereği gibi işletmeyen sağlık idaresinin sorumluluğuna gidilebilecektir. Durum böyle olunca davacılar nezdinde oluştuğu ileri sürülen zarara ilişkin tazmin talepleri değerlendirilerek karşılanmalıdır.” (<https://www.dejure.ai/search> adresinden erişilmiştir, Erişim Tarihi: 21.05.2025).

¹⁵⁵ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.39. Bu konuda; ameliyat sonrasında hekimi destekleyecek yeterli personel bulundurulmamasından dolayı oluşan sorumluluğa ilişkin *Czubinsky v Doctors Hospital* davası, hastaların yataktan kalkmasına yardım edecek bakım personeli eksikliğinden doğan sorumluluğa ilişkin *Leavitt v St Tammany Parish Hospital* davası, hastanenin implantların ve diğer tıbbi cihazların güvenliğine ilişkin araştırma yükümlülüğü olduğuna ilişkin *Parker v St Vincent Hospital* davası örnek olarak gösterilebilir. Anılan davaların künyeleri ve detayları için bkz. Solaiman ve Cohen, s.39.

¹⁵⁶ Solaiman ve Cohen, s.39.

edilmesi ve buna göre personel görevlendirilmesi sayesinde işgücü anlamında tasarruf edilmesi sağlanabilecektir.¹⁵⁷

Hastane yönetimi ve planlaması için YZ desteğinden faydalanılmasının ilginç örneklerinden bir tanesi İrlanda Dublin’de bulunan Özel Mater Hastanesi ile Siemens Healthineers şirketi arasında kurulan ortaklık ile hastanenin bir dijital ikizinin oluşturulmasıdır. Bu ortaklık kapsamında şirketler, hastanedeki MRI ve BT çekimlerinde yaşanan zorlukları tespit etmek gidermek amacıyla, gerçek MRI ve BT süreçlerini simüle edebilecekleri şekilde hastanenin dijital ikizini oluşturmuştur. Oluşturulan 3D animasyonlar ve nicel raporlar sonucunda olası senaryolara göre MRI ve BT hizmetlerini optimize edecek şekilde çözümler geliştirilmiştir. Sonucunda ise bekleme süreleri BT için 13 dakika ve MRI için 25 dakika olmak üzere önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca MRI hizmetleri için personelin mesai süresi 50 dakika azalmış ve bu sayede yıllık 9.500 Euroya kadar tasarruf sağlanmıştır.¹⁵⁸

Brezilya’da ise sağlık sistemi kaynak tahsisinin coğrafi dağılımına ilişkin analizlerin yapılmasında kullanılan YZ ile bu hizmetlerin dağılımının optimize edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak YZ sisteminin ayrımcılık ve önyargı sorunları, bu alandaki çalışma sonuçlarına eleştiri olarak yöneltilmiş kaynakların adil dağıtılması konusunda endişeler ifade edilmiştir.¹⁵⁹ Sağlık hizmetlerinin idaresinde YZ kullanımına diğer bir örnek Güney Afrika’daki araştırmacılar tarafından, idari veriler üzerinde makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak sağlık çalışanlarının yetersiz hizmet alan bölgelerde kalma sürelerinin hesaplanması olabilir.¹⁶⁰ Bu şekilde sağlık personelinin bir bölgede ortalama ne kadar kalacağı öngörülerek buna göre yeterli sağlık çalışanı bulundurulması ve sağlık hizmetinin sekteye uğramaması için önlem alınması mümkün olabilir.

Sağlık hizmetlerinin planlanması ve yönetiminin, dolaylı olarak hastaların sağlığına kavuşması sürecinde çok büyük önemi olduğu açıktır. Bu sebeple YZ kullanımı ile bu

¹⁵⁷ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.12.

¹⁵⁸ “Digital Workflow Optimization” (Siemens Healthineers GmbH, 2018), https://corporate.webassets.siemens-healthineers.com/1800000005658034/d2ba2b3d0cc5/From_Digital_Twin_to_Improved_Patient_Experience_Case_Study_1800000005658034.pdf (Erişim Tarihi: 14 Şubat 2025).

¹⁵⁹ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.12.

¹⁶⁰ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.12.

hizmetin sunulmasına ilişkin planlama ve yönetim süreçlerinin optimize edilmesi hem hastaneler veya sağlık hizmeti sunan diğer merkezler için kârlılık açısından fayda sağlayabilir hem de hastanın sağlığına kavuşma sürecinde aldığı hizmetin kalitesini önemli ölçüde artırabilir.

2.6. Sağlık Çalışanlarının Eğitim Süreçlerinde ve Klinik Araştırmalarda YZ Kullanımı

Hekimlerin ve diğer sağlık çalışanlarının aldığı eğitim ve staj süreçlerinde hasta ile karşı karşıya gelme süreleri/imekânları, sağlık hizmetinin kalitesinde çok büyük önem taşır. Çünkü gerek teorik eğitim aşamasındaki eksiklik gerekse pratik eğitimde yeterince vaka görmemek veya hasta ile yeterince iletişim kuracak imekâna sahip olmamak, sağlık çalışanın sunacağı hizmette eksikliklere ve hatalara sebep olabilir. Bunun önlenmesi için ülkemizde altı yıl sürecek bir tıp eğitimi öngörülerek; ilk üç yıl temel bilimlere ağırlık veren klinik öncesi dönem, sonrasında iki yıl süren klinik dönem ve son yıl uygulamaya yönelik stajyer hekimlik dönemi olarak ayrılmıştır.¹⁶¹ Bu teorik ve pratik eğitim süreçleri, YZ kullanımı ile daha verimli bir hâle getirilecektir.

Öncelikle genel olarak eğitim alanında kullanılan YZ uygulamalarından teorik eğitim desteği sürecinde sağlık alanında da faydalanmak mümkündür. Eğitim kaynaklarının özetlenmesi, konuya uygun literatür taraması yapılarak eğitim belgelerinin bağlantısına ulaşılması ve daha birçok istek için yaygın kullanım alanına sahip büyük dil modellerinden, sağlık eğitim süreçlerinde yararlanılabilir. YZ uygulamalarının öğrenmeye yardımcı olmasının yanı sıra öğrencilerin ruh halinin ve başarı durumlarının takibi ve denetlenmesi için de kullanılabileceği ifade edilmektedir.¹⁶² Ancak sağlık eğitiminde bu büyük dil modellerinin kullanım alanları daha fazla çeşitlendirilebilir. Örneğin doğal dil işleme modeline sahip bir sohbet robotu ile simüle edilen diyaloglar sayesinde hekim-hasta iletişimini geliştirmek ve öğrenciyi bu alanda gerçek deneyimlere hazır hâle getirebilmek mümkün olabilir. Hatta bu simülasyonda öğrencinin, engelli bir hasta ile veya nadir görülen

¹⁶¹ İrem Budakoğlu, Yavuz Selim Kıyak ve Özlem Coşkun, “Tıp Fakültesine Başvurudan Meslek Hayatına: Tıp Öğrencisinin Ülkelere Göre Eğitim ve Kariyer Serüveni”, *Tıp Eğitimi Dünyası* 19, sy 59 (30 Aralık 2020), s.109, <https://doi.org/10.25282/ted.685039> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

¹⁶² Hatice Keleş, “Tıpta Yapay Zekâ Uygulamaları”, *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 24, sy 3 (2022), s. 610, <https://doi.org/10.24938/kutfd.1214512> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

hastalıklara sahip bir hasta ile çalışma pratiği yapması sağlanabilir.¹⁶³ Böylece tıp öğrencisi, mevcut eğitim sistemindeki staj süresince belki de karşısına çıkması mümkün olmayacak nadir hastalıklarla karşılaştığında nasıl hareket etmesi gerektiğine ilişkin tecrübe edinmiş olacaktır. Ancak elbette hastaların hayatı söz konusu olduğundan tüm bu YZ kullanımlarında özellikle büyük dil modellerinin gerçekte olmayan bilgileri göstererek hayali yanıt üretmesi riskine karşı her zaman dikkatli olunması gerektiğini de söylemeliyiz.

Büyük dil modellerinin simülasyon yoluyla sağlık çalışanlarının eğitim sürecinde kullanılmasından bahsetmişken bilimkurgu türünde bir diziden de örnek vermek, sağlıkta YZ kullanım alanlarını düşünürken ufuk açıcı olabilir. “Better Than Us” isimli bir dizide¹⁶⁴ Çin’de üretilip Rusya’daki bir şirket tarafından Rusya’ya getirilen empati yeteneğine sahip bir robot, kamu hizmetlerinde kullanıma uygun olup olmadığı konusunda test edilecektir. Bu testlerden bir tanesinde “Arisa” isimli bu robotun önce simüle edilmiş bir vücut üzerinde ameliyat yapması beklenmektedir. Arisa bunun için çok kısa bir süre ameliyathanede eski vakalar üzerinde inceleme yaptıktan sonra simülasyondaki operasyonları başarıyla tamamlamıştır. Sonrasında ise kurguya göre ülkenin en iyi cerrahlarının başarı ihtimali vermediği bir beyin sapı tümörüne sahip gerçek bir hastanın ameliyatının bu robota yaptırılmasına karar verilmiştir. Hastanedeki tüm cerrahlar bu operasyonda hastanın hayatını kaybetmesini beklerken, Arisa bu kadar kısa süren bir eğitim ile ameliyatı başarıyla tamamlamış ve hasta sağlığına kavuşmuştur. Üstelik Arisa, bu ameliyattaki başarısını, cerrahların hiç hata yapmadıklarından emin oldukları ölümle sonuçlanmış bir ameliyat verilerindeki hatalara bakarak öğrendiği bilgilere dayandırmıştır. Şu anda YZ’nin böyle bir aşamada olmadığı aşikâr olmakla birlikte yukarıda YZ’ye ilişkin sınıflandırmalardan bahsederken değindiğimiz “kendilik algısı olan YZ’nin” geliştirilmesi sonucunda YZ etkilerinin bu gibi bilimkurgu eserlerde gösterilenin de ötesine geçmesi çok uzak bir ihtimal gibi görünmemektedir.

Klinik araştırma süreçlerinde ise; rastgele kontrollü deneylerin yapılması aşamasında, çalışmaya katılacak kişilerin seçiminde ve çalışma sonuçlarını veriye odaklanan bir yöntem kullanarak değerlendirilmesinde YZ kullanılabilir. Böylece büyük çalışma grupları

¹⁶³ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.17.

¹⁶⁴ Bahsedilen dizi hakkında detaylı bilgi için bkz. https://tr.wikipedia.org/wiki/Better_than_Us (Erişim Tarihi: 13.04.2025)

arasındaki istatistiksel açıdan anlamlı farkların daha verimli şekilde tespiti sağlanarak klinik araştırmaların daha etkili yürütülmesi sağlanabilir.¹⁶⁵ Ayrıca dijital ikizlerin oluşturulmasında kullanılan YZ sistemlerini de klinik araştırma süreçlerine ilişkin kullanımlara örnek gösterebiliriz. İnsan bedenindeki organ veya dokuların; anatomik, histolojik ve fizyolojik açıdan kopyalanması yoluyla oluşturulan bu dijital modeller, yüksek risk taşıdığı için canlı organ ve dokular üzerinde yapılamayan bazı deneylerin, insana zarar verme kaygısı olmadan gerçekleştirilmesine imkân sağlamaktadır.¹⁶⁶ Dijital ikiz uygulamalarına; Duke Üniversitesi'nde yapılan hipertansiyona bağlı serebral arter anevrizmaları tedavisi araştırmalarındaki kullanımları, Stanford Üniversitesi'nde kalp, akciğer, bağırsaklar ve karaciğer ikizlerinin oluşturulmasına yönelik araştırmaları, Fransa'da epilepsi cerrahisi alanında insan beyninin dijital ikizinin oluşturulmasına yönelik araştırmaları örnek gösterebiliriz.¹⁶⁷

2.7. Kamu Sağlığı Gözetiminde YZ Kullanımları

DSÖ'nün yayınladığı “Sağlıkta YZ Kullanımının Yönetimi ve Etik” başlıklı rehberde YZ'nin kamu sağlığının gözetim ve takibi için de etkin şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir. Örneğin salgın hastalıkların tespiti ve gözetiminde etik kaygılara ve bireylerin gizliliğine dikkat etmek koşuluyla YZ kullanılabileceği belirtilmiştir.¹⁶⁸ Özellikle 2019'da ortaya çıkan ve etkisi uzun bir süre devam eden Covid-19 pandemisi süreçlerinde, salgın yönetiminin ne kadar zor ve önemli olduğu görülmüştür. Bu süreçte gerek dünyada gerekse ülkemizde Covid-19 pandemisinin yönetiminde; temaslı hastaların takibi, potansiyel vakaların ve ölüm oranlarının tahmininde YZ kullanılması ile pandemi yönetiminde fayda sağlanmıştır.¹⁶⁹

Kamu sağlığı gözetimi açısından su arıtma tesislerinde bakteriyel kontaminasyonun tespiti, hava kirliliği desenlerinin analizi gibi alanlarda makine öğrenimi kullanılarak bu faktörler ile o çevrede yaşayan bireylerin sağlık durumları üzerindeki etkileri ortaya konulabilir. Bu

¹⁶⁵ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.11-12.

¹⁶⁶ Ekmekci, “Sağlık Alanında Yapay Zekâ ve Kişisel Veriler”, s.297-298.

¹⁶⁷ Ekmekci, s.298.

¹⁶⁸ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.12.

¹⁶⁹ Haydar Hoşgör ve Hacer Güngördü, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanım Alanları Üzerine Nitel Bir Araştırma”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sy 35 (16 Nisan 2022), s.397, <https://doi.org/10.31590/ejosat.1052614> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

durumun sonuçlarına göre gereken tedbirlerin alınması ise önleyici bir mekanizma tesis edilmesini sağlayacaktır.¹⁷⁰

Dijital alanda yaptığımız her işlem sonucunda “dijital iz” diye adlandırılan birtakım veriler oluşmaktadır. İşte bu izlerin de kamu sağlığı gözetiminde kullanılması mümkün olabilir. Ancak bununla ilgili iki temel çekince öne çıkmaktadır: veri gizliliği ve dijital izlere dayalı tespitlerin yanıltıcı olabileceği ihtimali. Bu dijital izlerin sağlık verilerinin takibi amacıyla kullanılabilme ihtimali hakkında, dijital iz sahibi kişilerin bu verilerin toplanması sırasında bilgilendirilmemiş olmaları veri mahremiyetini ihlal edebilir. Öte yandan Google Flu Trends isimli YZ destekli uygulamanın grip hastalığına ilişkin arama motoru sorgularına dayalı olarak geliştirdiği tahminlerde ilk etapta doğruluk oranı yüksek olmasına rağmen, sonrasında insan arama davranışındaki değişikliklere uyum sağlayamadığından grip hastalığının yayılımına ilişkin tahminlerde yanıltıcı sonuçlar üretebildiği görülmüştür.¹⁷¹ Dolayısıyla her ne kadar YZ kullanımı ile kamu sağlığı gözetiminde olumlu değişikliklere yol açacaksa da her zaman için etik kaygılar ve isabetlilik oranları dikkate alınmalı ve YZ sistemleri kullanıcı kontrolü altında olmalıdır.

Sağlık alanında burada bahsedilenler haricinde de farklı veya benzer işlevleri yerine getirmek için kullanılan pek çok başka uygulama mevcuttur. Bu çalışmada yalnızca ele alınan akademik çalışmalar ve bu alana ilişkin haber kaynakları incelenerek sağlıkta kullanılan bazı YZ uygulamaları örnekleme amacıyla incelenmiştir. Bu sınırlı örnekler ile sağlık alanında YZ kullanımı, farklı aşamalardaki kullanımlar ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, ele alınmış sonrasında ise bunların risk durumlarının incelenmesi ve risklerin azaltılması için alınabilecek önlemlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3. YAPAY ZEKÂNIN SAĞLIK ALANINDA TAŞIDIĞI RİSKLER VE BUNLARIN AZALTILMASI İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Sağlık alanında YZ kullanımlarının bazı mevcut örnekleri, sağladığı ve sağlayabileceği faydalar yukarıda olabildiğince detaylı şekilde ele alınmıştır. Ancak YZ kullanımının getirdiği bazı riskler olduğu da yadsınamaz bir gerçekliktir. Bu risklerin farklı çalışmalarda çeşitli başlıklar altında sıralandığını görebiliyoruz. Bunlardan bazıları; YZ sisteminin hatalı

¹⁷⁰ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.13.

¹⁷¹ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.13-14.

çıktı üretmesi ve buna bağlı oluşabilecek hasta zararı, önyargılı çıktılar nedeniyle sağlık hizmetinin sunulmasında eşitsizliklerin ve ayrımcılığın artış göstermesi potansiyeli, veri güvenliğine ilişkin endişeler, YZ'nin kara kutu niteliğine bağlı şeffaflık eksikliği ve değerlendirme aşamaları hakkındaki bilgi eksikliğinden dolayı üretilen çıktılara ilişkin güvenilirlik endişeleri, olası bir zarar halinde sorumluluk rejimindeki belirsizliklere dair çekinceler, fikri mülkiyet haklarına ilişkin olası iddialara bağlı riskler şeklinde ifade edilmiştir.¹⁷² Ayrıca YZ becerilerinin geliştirilmesi sürecinde farklı şirketler arasındaki rekabet, YZ maliyetlerini artırdığından sağlık alanında YZ sistemlerinin erişilebilirliğinin azalması bir risk olarak değerlendirilebilmektedir.¹⁷³ Sağlıkta YZ kullanımına bağlı gizlilik endişelerinin, modelin oluşturulmasından çıktı üretim sonrasındaki süreçlere kadar her adımda mevcut olduğu ifade edilmiştir. Buna göre sağlıkta kullanılacak bir YZ modeli, eğitim aşamasında kullanılan veri setlerine bağlı gerçekleşebilecek bir ihlal ile manipüle edilebileceği gibi doğrudan algoritmaya ve modele yapılacak bir saldırı da söz konusu olabilir. Ayrıca modelin kullanımı esnasında yapılacak bir müdahale ile yanlış bir çıktı üretilebilir veya elde edilen doğru çıktının ifşa edilmesi ile veri gizliliği yönünden bir zarar oluşturulabilir.¹⁷⁴ Ancak sağlık alanında kullanılacak YZ teknolojileri her ne kadar çok ciddi riskler barındırsa da yapılması gerekenin, risklere ilişkin çözüm yollarının araştırılması olduğu inancındayız. Bu anlayışla sağlıkta YZ kullanımına ilişkin mevcut ve potansiyel riskleri ve risklerin azaltılması için alınabilecek bazı tedbirleri birlikte ele alacağız.

3.1. Veri Gizliliği ve Güvenlik Sorunları

YZ'nin veri ile beslendiğini daha önce ifade etmiştik. Dolayısıyla bu verilerin korunması ve olası bir saldırgan müdahale ile ortaya çıkacak güvenlik sorunları, YZ sistemlerinin tamamında dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Ancak sağlık sistemlerinde YZ

¹⁷² Adil Alpkoçak, “Sağlıkta açıklanabilir yapay zekâ”, *TOTBİD Dergisi* 23, sy 1 (01 Ocak 2024), s.19, <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2024.04> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025); Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.15; Keleş, “Tıpta Yapay Zekâ Uygulamaları”, s.610.

¹⁷³ Sheldon H. Jacobson ve Janet A. Jokela, “Artificial Intelligence and Public Health: Opportunities Abound”, içinde *Artificial Intelligence for Healthcare*, ed. Sze-chuan Suen, David Scheinker ve Eva Enns, (Cambridge University Press, 2022), s.10, <https://doi.org/10.1017/9781108872188.003> (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

¹⁷⁴ Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems:A Research and Standards Perspective”, s.5738.

kullanılması halinde; hem sağlık verilerinin özel nitelikli kişisel veri olması hem de bir güvenlik açığının doğrudan hayat bütünlüğünü riske atabilecek durumlara sebep olabilmesi nedeniyle gizlilik ve güvenlik kavramları daha fazla önem taşımaktadır.

Sağlıkta YZ kullanımının veri güvenliği konusunda oluşturabileceği riskler, Julia Powles ve Hal Hodson tarafından, Google Deepmind rneği üzerinden detaylı şekilde ele alınmıştır. Hatta bu makalenin yayınlanması sonrasında Google Deepmind tarafından bu makaledeki eleştirilere ve açıklanan risklere ilişkin bir cevap metni yayınlanmıştır. Veri güvenliği hakkındaki risklerden bahsederken öncelikle bu iki dokümanı birlikte inceleyerek teknoloji şirketlerinin gizlilik konusundaki endişe ve eleştirileri nasıl karşıladığını ortaya koyacağız.

Ana makalede yazarlar, Royal Free London NHS Foundation Trust (RFL) ile Google Deepmind arasında Temmuz 2015'te imzalanan bir sözleşme ve devamındaki gelişmeleri özellikle veri güvenliği açısından ele almıştır. Bu kapsamda makale; Royal Free'nin, Birleşik Krallık'ın kamu fonlu Ulusal Sağlık Servisi (NHS) içindeki en büyük sağlık hizmeti sağlayıcılarından biri olduğunu, bahsedilen bu sözleşmeden dört ay sonra ise RFL hastalarının sağlık verilerinin, Deepmind adına veri işlemesi için Google tarafından sözleşme yapılan üçüncü taraflara aktarıldığını, Deepmind'ın RFL ile işbirliğini 24.02.2016'da halka duyurduğu ancak aktarılan verilere ilişkin açıklama yapılmadığı, bu duyuru ile akut böbrek hasarının klinisyenler tarafından yönetilmesine yardımcı olacak Streams adlı bir uygulama geliştirdiklerini ve bu uygulamanın YZ ve makine öğrenmesi kullanmayacağını açıkladıklarını belirtmiştir.¹⁷⁵ Anılan makalenin eleştiri getirdiği bazı noktalar ise; akut böbrek hasarı için yazılım geliştirilmesine dair anlaşma yapılmasına rağmen bu hastalıkla ilgisi olmayan tıbbi verilerin de aktarılması,¹⁷⁶ hastalardan bu aktarıma ilişkin rıza alınmaması ve onlara herhangi bir bildirim yapılmaması, rıza alınmadığı durumda veri koruma yasalarına uygunluk sağlanabilmesi için veri işlemenin yalnızca tıbbi müdahale amacıyla ve sır saklama yükümlülüğü bulunan sağlık çalışanlarınca yapılabileceği,¹⁷⁷ hasta verilerinin hassas veriler olduğu ve bunların Google

¹⁷⁵ Julia Powles ve Hal Hodson, "Google DeepMind and Healthcare in an Age of Algorithms", *Health and Technology* 7, sy 4 (Aralık 2017), s.352, <https://doi.org/10.1007/s12553-017-0179-1> (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

¹⁷⁶ Powles ve Hodson, s.353.

¹⁷⁷ Powles ve Hodson, s.357.

tarafından işlenen diğer kişisel verilerden ayırt edilmesi gerektiği, ancak bu uygulama aracılığıyla hassas verilerin Google tarafından kullanılması potansiyeli/riski,¹⁷⁸ bu hassas verilerin Google veya Deepmind tarafından işlenen diğer veriler ile ilişkilendirilmeyeceğine dair yazılı bir teminat bulunmayışı,¹⁷⁹ sözleşmeye göre Deepmind'ın veri işleyen olduğu belirtilmişse de aslında veriler üzerindeki tasarrufu itibarıyla veri sorumlusu olduğu¹⁸⁰ şeklindedir. Deepmind uygulamasının bu kullanımlarına bağlı olarak, verilerin ilk etapta hukuka uygun toplanmadığına ve Google'ın bu uygulama aracılığıyla toplanan 1,6 milyon sağlık verisi üzerinde kontrol sahibi olması ihtimaline ilişkin endişeler başka akademik çalışmalarda da dile getirilmiştir.¹⁸¹

Powles ve Hodson, bu çalışma ile verinin, YZ sistemleri açısından ve dolayısıyla ticari olarak ne kadar değerli olduğunun şirketler tarafından bilindiğini ancak halkın kendi yarattığı bu ticari değer farkında olmadığını vurgulamaktadır. Ayrıca bu değere bağlı çıkarlar açısından bir denge sağlanması gerektiği;¹⁸² veri miktarının sınırlandırılması, kamu ve özel sağlık hizmeti sağlayıcılarının teknoloji geliştirmelerine yönelik açık ve rekabetçi bir ortamın oluşturulmasının çözüm olabileceği¹⁸³ ifade edilmektedir. Esasen makalede YZ kullanımı bakımından değinilen risklerin her biri, bu tür teknolojilerin sağlık alanında kullanımına ilişkin genel değerlendirmeler için oldukça yerinde görünmektedir. Ancak elbette firma tarafından bu risklere ilişkin yapılan açıklamalar da konu açısından oldukça kıymetlidir.

Deepmind Sağlık ekibi tarafından yayınlanan cevap niteliğindeki makalede ise öncelikle; şirketin yazılım veya algoritma geliştirmek veya makine öğrenmesi için hasta verisi kullanmadığı, böyle bir şeyin zaten mevcut anlaşma kapsamında olmadığı ve bu şekilde veri işlemenin gerekmesi halinde ayrı anlaşmalar yapılması gerekeceği, kullandığı diğer kişisel veriler yönünden ise RFL'nin talimatları ile hareket ettiği dolayısıyla Deepmind'ın

¹⁷⁸ Powles ve Hodson, s.352.

¹⁷⁹ Powles ve Hodson, s.358.

¹⁸⁰ Powles ve Hodson, s.358.

¹⁸¹ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.33.

¹⁸² Powles ve Hodson, "Google DeepMind and Healthcare in an Age of Algorithms", s.362.

¹⁸³ Powles ve Hodson, s.363.

veri sorumlusu değil veri işleyen konumunda olduğu ifade edilmiştir.¹⁸⁴ Ana makalede yer alan, Google’ın hasta verilerine erişme ihtimali bulunduğu ve bunun aksini temin edecek yazılı bir taahhüt olmayışı iddiasına Deepmind ekibi kesin bir dille karşı çıkmıştır. Deepmind; hiçbir RFL hasta verisinin Google hesapları ile bağlanmadığını ve bu verilerin hiçbir şekilde Google tarafından ticari amaçla kullanılmayacağını, verilerin tamamen şifrelenmiş şekilde İngiltere’de yüksek güvenli bir tesiste tutulmakta olduğunu, verilere yalnızca Streams’in hizmet vermesi için gereken kişiler ve gerekli onayları ve eğitimleri almış olan Deepmind çalışanlarının erişebildiğini, bu verilerin kullanılmadığında sistemden tamamen silindiğini ifade etmiştir.¹⁸⁵ Öncelikle sağlıkta mevcut bir YZ sisteminin bilimsel bir makalede ele alınarak gizlilik ve güvenlik yönünden problemli görülen noktaların belirtilmesi ve bu sistemin üreticisi şirketin kendisi hakkındaki iddiaları muhatap alarak bunlara ilişkin teknik durumu da anlatacak şekilde cevap sunulması son derece memnun edicidir. Zira bu tartışmalar, YZ teknolojilerin daha güvenli kullanılması için gerekli adımların atılmasına ve güvenli YZ kullanımının önemi konusundaki farkındalık seviyesinin artmasına katkı sağlayacak niteliktedir.

Sağlıkta YZ kullanımı üzerine yapılan diğer pek çok akademik çalışmada da veri gizliliğine ilişkin risklerden bahsedilmiştir. Bu çalışmalardan birinde büyük veri kullanımına bağlı olarak oluşabilecek gizlilik ve güvenlik riskleri; kişisel verilerin bilgilendirilmiş onam olmaksızın kullanımı ve paylaşımı, hastaya bilgi verilmeksizin toplanmış olan verinin yeniden kullanılabilmesi, bu verilerin çeşitli amaçlarla çalışması veya ifşası, YZ sistemlerine yönelik ölümcül nitelikli siber saldırılar olarak sıralanmıştır.¹⁸⁶ Bu sistemlerin kullanımı aşamasında alınan bilgilendirilmiş onamın geçerliliği de sorgulanmaktadır. Minnesota’da hasta taburcu planlamasında kullanılan bir YZ modeli, özellikle komplikasyon riskini ve yeniden hastaneye yatma ihtimalini değerlendirerek çalışmaktadır. Ancak bu sistem aracılığıyla işlenen verilerin nasıl kullanılacağı konusunda hastanın tam anlamıyla bilgilendirilip bilgilendirilmediği ve bu kapsamda gerçek bir rızanın varlığı

¹⁸⁴ Dominic King vd., “Letter in Response to Google DeepMind and Healthcare in an Age of Algorithms”, *Health and Technology* 8, sy 1-2 (Mayıs 2018), s.12, <https://doi.org/10.1007/s12553-018-0228-4> (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

¹⁸⁵ King vd., s.12.

¹⁸⁶ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.24.

konuları tartışılmaktadır.¹⁸⁷ Ayrıca bu sistemlerden faydalanmak için kişisel verilerinin işlenmesine onay verme zorunluluğu, kişilere onay vermekten başka seçenek bırakmayacaktır. Bu durumda onay vermeyi reddeden kişiler açısından sağlık hizmetlerine erişim hakkında bir kısıtlama doğacaktır.¹⁸⁸

İşlenen kişisel verilere yönelik bilgilendirme yapılması yükümlülüğü açısından bir diğer sorun ise bu verilerin YZ sistemleri tarafından ne şekilde kullanılacağına dair sınırların öngörülemez olmasıdır. Kendi kendine karar verebilen ve “kara kutu” yapısından dolayı hangi adımda hangi verileri kullandığını bilemediğimiz öğrenme yapısı ile YZ, daha önce verilenden daha fazla kişisel veri toplayabilir veya mevcut verileri en başta işlendiği amaçtan farklı amaçlar için de kullanabilir.¹⁸⁹ Bu durum ise hastadan daha önce alınmış olan bilgilendirilmiş onam formunu işlevsiz kılacak niteliktedir. Çünkü onamın geçerli olabilmesi için işleme amaçları ve verinin aktarım süreçleri hakkında şeffaf bir şekilde bilgilendirme yapılmış olması aranmaktadır.

YZ sistemleri ile işlenen verilerin kullanım amaçları, YZ sisteminin kullanıcısı durumunda olan kişi ve kurumlarca da değiştirilebilir. Yani sistemdeki risklerden bağımsız bir şekilde kullanıcının bu teknolojiyi kullanarak kasıtlı bir şekilde işleme amacı dışında veri kullanımı söz konusu olabilir. Bununla ilgili olarak DSÖ tarafından Singapur’da Covid-19 izleme uygulamalarından elde edilen verilerin suç soruşturması için kullanıldığı belirtilmiştir.¹⁹⁰ Sağlık alanında olmakla birlikte yine en baştaki işleme amacından farklı şekilde kullanıma ise elektronik sağlık kayıtlarının ve sağlık sistemlerinden elde edilen diğer tıbbi bilgilerin Avrupa ilaç endüstrisinde; ilaç geliştirme, klinik denemeler, pazarlama ve maliyet etkinliği gibi amaçlarla kullanılması örnek gösterilmiştir.¹⁹¹

Kişisel verilerin işlenme koşulları ile bağlantılı olan bu risklerin bertaraf edilmesi için öncelikle tıbbi YZ sistemlerinin kişisel verilerin korunmasına ilişkin yasal düzenlemelere

¹⁸⁷ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.37.

¹⁸⁸ Solaiman ve Cohen, s.37-38.

¹⁸⁹ Ş. Barış Özçelik, “Yapay Zekanın Veri Koruma, Sorumluluk ve Fikri Mülkiyet Açısından Ortaya Çıkardığı Hukuki Gereksinimler”, *Adalet Dergisi*, sy 66 (Mayıs 2021), s.96, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1778200> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025); Özcan, “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı”, s.62.

¹⁹⁰ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.25.

¹⁹¹ Lekadir vd., s.25.

uyumlu olması gerekir.¹⁹² Bu kapsamda YZ ile işlenecek verilerin özellikle KVKK ve GDPR ile getirilen düzenlemelere aykırı olmaması için bu kişisel veriler için gereken işleme koşullarının bulunması veya kişisel verilerin anonimleştirilerek kişisel veri niteliğinden arındırılması gerekmektedir. Açık rıza koşuluna dayalı kişisel veri işlemede ise kişisel verilerin hangi amaçla işlendiğinin önceden veri sahibine bildirilmesi gerekmektedir.¹⁹³ Ancak YZ ile yapılacak kişisel veri işleme faaliyetleri açısından işleme amacının sonradan değişmesi durumu, bu bildirimin usulsüzlüğüne sebep olacaktır. Bu sebeple YZ geliştirme sürecinde kullanılacak verilerin anonimleştirilmesi, geliştirme aşamasında mümkün olduğunca kişisel veri olmayan verilerin kullanılması, bu konudaki endişeleri gidermek açısından yararlı olacaktır. Ancak teknolojik gelişmeler sonucu bazı anonim verilerin aslında kime ait olduğunu belirlemek mümkün olabilmektedir. Örneğin sadece sinyal değerlerini içermesi nedeniyle anonim kabul edilen elektroensefalografi (EEG) sinyallerinin, biyometrik tanımlayıcı olarak kullanılması mümkündür. Dolayısıyla hastaların sadece ad-soyadı bilgilerinin kodlanması yoluyla uygulanacak bir anonimleştirme yeterli değildir.¹⁹⁴ Diğer tıbbi bilgiler açısından da veri güvenliğini sağlamak üzere yeterli önlemlerin alınması elzemdir.

YZ sistemlerinde yer alan sağlık verilerine ilişkin bir diğer endişe verilerin gizliliğinin korunmasına ilişkindir. Bu konuda DSÖ, sağlık alanında hastalar veya sağlık çalışanları tarafından büyük dil modellerinin kullanılmasının gizlilik açısından tehlike oluşturduğunu belirtmektedir. DSÖ, bu tehlikeleri; şirketler tarafından bu verilerin YZ'nin geliştirilmesi amacıyla kullanılması veya sohbet geçmişinin bir şekilde ifşa edilmesi durumlarında oluşabilecek gizlilik ihlalleri olarak ifade etmektedir.¹⁹⁵ Nitekim popüler büyük dil modellerinden biri olan ChatGPT hakkında yapılan bir değerlendirmede; büyük dil modellerinin siber saldırılara açık olduğu, özellikle üyelik/aidiyet saldırısı olarak

¹⁹² Ülkemizde kişisel verilerin işlenmesine yönelik öngörülen koşullar için bkz. KVKK m. 5, özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesine yönelik öngörülen koşullar için bkz. KVKK m. 6; AB mevzuatında kişisel verilerin işlenmesine yönelik öngörülen koşullar için bkz. GDPR m. 6, özel nitelikli kişisel verilerin işlenmesine yönelik öngörülen koşullar için bkz. GDPR m. 9.

¹⁹³ Bu konuya ilişkin olarak KVKK m. 3/1-a ile açık rızanın bilgilendirmeye dayalı olduğu belirtilmiş, GDPR'da ise m. 6/1-a ile m. 9/2-a hükümlerinde; bir veya daha fazla spesifik amaca ilişkin olarak kişisel verilerin işlenmesine onay verilmesi, veri işleme koşullarından bir tanesi olarak ifade edilmiştir.

¹⁹⁴ Natalia Norori vd., "Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care: A Call for Open Science", *Patterns* 2, sy 10 (Ekim 2021), s.5, <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100347> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

¹⁹⁵ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.14.

adlandırılan bir verinin yer aldığı veri seti bilgisine erişmeyi hedefleyen saldırıların bu modeller için önemli bir tehdit olduğu açıklanmıştır.¹⁹⁶ Ayrıca YZ, kendisi ile paylaşılan verileri kaydetme ve bunları başka bilgilerle birleştirme potansiyeline sahip olduğundan veri güvenliği ve mahremiyet açısından sorunlar barındırmaktadır.¹⁹⁷

Verinin doğruluğu, sağlık sistemleri açısından oldukça önemlidir. Uzaktan tıbbi teşhis tedavi işlemlerinin yürütülmesi olarak tarif edebileceğimiz tele-tıp uygulamalarında YZ sistemleri kullanılması halinde gizlilik problemlerinin yanı sıra verinin doğruluğu üzerinde de durulması gerekmektedir. Bu sistemde veri akışı uzaktan bağlantı ile sağlanmış olacağından yanlış veya yanıltıcı bilgi paylaşımı riski söz konusu olabilecektir.¹⁹⁸ Yanlış bilgi ise doğrudan uzaktan sağlanan tıbbi müdahalenin sonucunu değiştirecektir. Üstelik böylesi bir durumun ölümcül bir hataya neden olması mümkündür.

Hassas verilerin gizliliği koruyabilmek ve doğruluğunu temin edebilmek adına gizlilik artırıcı teknikler (Privacy Enhancing Technologies- PET) kullanılabilir.¹⁹⁹ PET'ler kişi veya kişilerin mahremiyetinin çeşitli güvenlik risklerine karşı korunması için geliştirilen sistemler olarak tanımlanmaktadır.²⁰⁰ En yaygın kullanılan ve yeni geliştirilen PET'leri ve bunlardan bazılarının sağlık alanındaki kullanım örneklerini şu şekilde açıklayabiliriz:

- i. *Güvenilir çalışma ortamında bilgisayarın işletim sisteminden bağımsız bir bölge oluşturulmakta ve hassas verilerin depolanması, analiz edilmesi gibi işlemler, işletim sisteminin erişme imkânı olmayan bu alanda yapılarak gizlilik temin edilmiş olmaktadır.*²⁰¹

¹⁹⁶ Özparlak ve Çetin, “ChatGPT ve Üretici Yapay Zekâ Modellerinde Mahremiyet ve Güvenliğin Hukuki Boyutu”, s.1025.

¹⁹⁷ İpek B. Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, (Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2025), s.22.

¹⁹⁸ Murat Baş, “Sağlık Sektöründe Tele-Tıp ve Uygulamaları”, içinde *Sağlık Yönetiminde Teknolojik Yaklaşımlar -I*, (Ankara: Eğitim Yayınevi, 2024), s.84-85, <https://play.google.com/books/reader?id=FW4IEQAAQBAJ&pg=GBS.PA58> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

¹⁹⁹ Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems:A Research and Standards Perspective”, s.5741.

²⁰⁰ “Exploring Practical Considerations and Applications for Privacy Enhancing Technologies”, White Paper (ISACA (Information Systems Audit and Control Association), 31 Mayıs 2024), s. 5, <https://www.isaca.org/resources/white-papers/2024/exploring-practical-considerations-and-applications-for-privacy-enhancing-technologies> (Erişim Tarihi: 21 Nisan 2025).

²⁰¹ “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.7.

- ii. *Homomorfik şifreleme* ise veri gizliliğini sağlamak adına veride herhangi bir maskeleyme işlemi yapılmasına gerek olmaksızın şifrelenmiş veriler üzerinden hesaplama yapılabilmesini sağlayan bir tekniktir. Yani veriler, verinin kullanıldığı tüm aşamalarda şifreli olacağından gizlilik ihlalinin korunmuş olacaktır.²⁰² Bu yöntem Dana-Farber Kanser Enstitüsü ile Duality Technologies Inc. Tarafından yapılan büyük ölçekli genom çağında ilişkilendirme çalışmalarında şifreli verileri kullanarak gerçekleştirilen analizlerde kullanılmıştır.²⁰³ Güvenli çok taraflı hesaplama ile birden fazla tarafın, analiz edilecek verileri birbirlerine açıklamalarına gerek olmadan tüm verilerin birlikte analiz edilmesi sağlanır. Bu yöntemde verilerin tamamı bir araya gelmediğinden veri bütününe güvenliği artırılmış olmaktadır.²⁰⁴ Bu tekniğin bir sağlık hizmeti sunucusundaki araştırma çalışmalarında kullanılması ile gizlilik endişesi olmadan organize veri kaynakları üzerinde çalışılmış ve sonucunda modelde kullanılan veri alanının genişlemesi ile model performansı ve kalp hastalığı prognozu geliştirilmiştir. ABD’de bu yöntem kullanılarak tutukluların durumu, ruh sağlığı tesislerinin kullanımı, kamu konut yardımları gibi veriler üzerinden yapılan ortak analizler, her bir tarafın kendi verilerini diğer tarafa karşı da gizli tutması mümkün olacak şekilde tamamlanmıştır.²⁰⁵
- iii. *Federe öğrenme*; bir modelin tarafların kendi eğitim verileri ile eğitildiği, böylece hiçbir tarafın eğitim verisi paylaşmak zorunda olmadığı bir sistemdir. Sağlık alanında birtakım anonim kabul edilen verilerin bile biyometrik tanımlayıcı olarak kullanılması mümkün olduğundan, anonimleştirmeye göre çok daha güvenli olan federe öğrenmenin sağlıkta kullanımı sayesinde verilerin gizliliğini korumak mümkün olabilir.²⁰⁶ Fransa merkezli bir tıp-biyoloji şirketi olan Owkin, hastalık tanılarına yönelik bir çalışma kapsamında, ilaç şirketleri ile sağlık kurumları arasında federe öğrenmeye dayalı bir makine öğrenmesi modeli geliştirmiştir.²⁰⁷

²⁰² “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.8-9.

²⁰³ “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.9.

²⁰⁴ “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.9.

²⁰⁵ “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.11.

²⁰⁶ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.5.

²⁰⁷ Fatma Başkaya ve Hacer Karacan, “Yapay Zekâ Tabanlı Sistemlerin Kişisel Veri Mahremiyeti Üzerine Etkisi: Sohbet Robotları Üzerine İnceleme”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi* 15, sy 4 (31 Ekim 2022), s. 486, <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1053803> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

NVIDIA şirketi ise özel nitelikli kişisel verilerin hastane dışına çıkarılmadan hastane içindeki veriler ile eğitildiği yine federe öğrenme temelli bir model olan ClaraFL'i geliştirmiştir.²⁰⁸ NVIDIA bu modelin tanıtımına ilişkin yaptığı açıklamada her kullanıcının kendi verisi üzerinde kontrol sahibi olduğunu ve başka kullanıcılarla bu verileri paylaşmadığını, yalnızca eğitimler sonucu modeldeki güncellemelerin diğer kullanıcılara aktarıldığını, bir kullanıcı olabilmek için de başvuru ve sonrasında doğrulama süreçlerinden geçilmesi gerektiğini ifade ederek sistem güvenliğini detaylı şekilde açıklamıştır.²⁰⁹ Başka bir teknoloji şirketi olan Intel ise Pensilvanya Üniversitesi ile yaptığı işbirliği neticesinde beyin tümörlerini tespit edebilecek bir model geliştireceklerini ve bu süreçte federe öğrenme teknikleri sayesinde gizlilik ihlali olmaksızın 29 tıp merkezi verileri ile eğitilen bir modele ulaşacaklarını ifade etmiştir.²¹⁰

- iv. *Diferansiyel gizlilik* ile veriye kontrollü şekilde rastgele gürültü eklenmesi söz konusudur. Bu yöntem 2020 yılında ABD'de kullanılarak nüfus sayımına ilişkin bir istatistik yayınlanmasını sağlarken bu bilgiler üzerinden kimliklerin yeniden tespit edilmesini engellemekte kullanılmıştır.²¹¹ Bu örnek diferansiyel gizlilik yönteminin olumlu sonuç verdiğini göstermektedir. Bu konuda bir başka akademik çalışmada gürültü eklenmiş modellerin, derin öğrenmeye ilişkin güvenlik sorunlarını çözebileceği belirtilmiştir.²¹²
- v. *Sentetik veri* yöntemi ile hassas bilgiler içeren bir veri setinin, kişisel veri içermeyecek şekilde yeniden üretilmesi mümkün olabilir. Bu yöntem ile bireylerin gizliliği korunacağı gibi maliyet açısından avantaj sağlanır. Çünkü bu şekilde güvenli depolama ve veri yönetimi maliyetleri azalacak ve veri toplanması ve ayıklanması gibi süreçler daha hızlı çözülebilecektir.²¹³
- vi. *Sıfır bilgi kanıtı* ise bir verinin kendisi ifşa edilmeden o veride bulunan ve karşı tarafın istediği bilginin karşı tarafa iletilmesini sağlar. Bu tekniğin kullanımına

²⁰⁸ Başkaya ve Karacan, s.486.

²⁰⁹ Yuhong Wen vd., "Federated Learning Powered by NVIDIA Clara", NVIDIA Technical Blog, 01 Aralık 2019, <https://developer.nvidia.com/blog/federated-learning-clara/> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

²¹⁰ Başkaya ve Karacan, "Yapay Zekâ Tabanlı Sistemlerin Kişisel Veri Mahremiyeti Üzerine Etkisi", s.486.

²¹¹ "Exploring Practical Considerations and Applications for PET", s.13-14.

²¹² Eryılmaz, "Yapay Zekâ Çağında Kişisel Veri Mahremiyeti", s.20.

²¹³ "Exploring Practical Considerations and Applications for PET", s.14.

örnek olarak kripto para birimi Zcash'in, bir kişiye ait kripto cüzdan bakiyesini bildirmeden o bakiyenin yapılacak işlemi karşılamaya yeterli olduğunu karşı tarafa bildirmesini gösterebiliriz.²¹⁴

Kanaatimizce bunlar arasında sağlık alanındaki YZ kullanımları için en işlevsel olacak PET'ler homomorfik şifreleme ile federe öğrenmedir. Çünkü homomorfik şifreleme sayesinde aktarılması elzem olan sağlık verilerinin şifreli bir şekilde aktarılması mümkün olacak ve böylece veri güvenliğine dair riskler minimize edilecektir. Federe öğrenme yönteminde ise YZ sisteminin kullanılmasında hiçbir veri aktarımına gerek kalmayacak ve sağlık verileri ilgili sağlık merkezi bünyesinde kalacaktır. Böylece veri aktarım süreçlerine ilişkin ihlal riskleri ve ihlalin veri işleme kurallarına uygunluğu konusunda yaşanabilecek problemler bertaraf edilecektir. Nitekim her iki yöntem de halihazırda sağlık alanında kullanılmakta olup buna ilişkin örnekler yukarıda belirtilmiştir.

YZ sistemlerinin sağlık alanındaki kullanımında güvenlik açısından önemli risklerden biri de siber saldırılardır. Özellikle kan şekeri ve insülin seviyesi kontrolü için vücuda yerleştirilen pompalar²¹⁵ ve kalp ritim bozukluğu gibi sebeplerle vücuda yerleştirilen elektroşok cihazlarında bulunan sistemlere yönelik saldırılar çok ciddi zararlar doğurabilir. Aynı risk yapay organlar ile yaşayan kişiler için de söz konusudur. Öyle ki bu risk karşısında Europol 2014 yılında yıl sonuna kadar çevrimiçi cinayetlerin işlenebileceğini belirtmiştir.²¹⁶ Her ne kadar siber saldırıların hayati sonuçları olabileceği öngörülmüş ve buna ilişkin tedbir alınmış ise de maalesef siber saldırıların tamamen önlenmesi mümkün olmamıştır. 2020 yılı Eylül ayında Düsseldorf Hastanesi'nde siber saldırı ile bir hastanın verilerine müdahale edilmiş ve saldırı nedeniyle hastane bilgisayar sistemleri işlemez hale geldiğinden hastanın başka bir hastaneye sevkine karar verilmiştir. Ancak saldırı sonrası alınan sevk tedbirlerine rağmen hasta hayatını kaybetmiştir.²¹⁷ Her ne kadar ölümün, doğrudan siber saldırı sonucu gerçekleştiği söylenemese de oluşan sonuçta siber saldırının etkisi yadsınamaz.

²¹⁴ “Exploring Practical Considerations and Applications for PET”, s.15.

²¹⁵ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.57.

²¹⁶ Seyhan, “Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğu”, s.124.

²¹⁷ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.25.

Siber saldırının bir diğer görünümü de modele veya modelin kullandığı verilere müdahale ile sonucun çıkar elde etmek amacıyla değiştirilebilmesi ihtimalidir. Örneğin teşhis için kullanılan sisteme, kötü niyetli sağlık çalışanı, diğer hastane personeli veya üçüncü kişiler tarafından müdahale edilmesi sonucu, kişide bulunmayan bir hastalığın var olduğu şeklinde bir sonuç üretilmesi ve buna göre yapılacak işlem ve faturalandırmalar ile çıkar sağlanması söz konusu olabilir.²¹⁸ Benzer şekilde veri zehirlenmesi yoluyla saldırı yönteminde modelin öğrenme sürecinde veri setine yanlış veriler eklenmesi ile modelin yanlış sonuç üretmeye zorlanması söz konusu olabileceği gibi sistemde bir arka kapı oluşturularak sistemin saldırganın kendi çıkarları için kötüye kullanılması da mümkün olabilir.²¹⁹ Örneğin hastaların durumunu değerlendirerek hayatta kalma olasılıklarını hesaplayan bir YZ algoritması geliştirilmesi ihtimalinde, sisteme müdahale etme imkânı bulan kişilerin bunu kendileri veya yakınları lehine kullanmaları riskinden bahsedebiliriz.²²⁰ Bu riski somutlaştırabilmek adına organ nakli bekleyen bir hastayı düşünelim. Organ nakli için donör olacak kişinin hayatta kalma ihtimalini hesaplayan algoritmaya, organ nakline ihtiyacı olan hastanın bir yakını erişim sağladığında ve bu sistemi manipüle etmek istediğinde donör olacak kişinin hayatını kaybetmesine neden olacak bir zarar oluşabilir.

Siber saldırıların ve bunlara bağlı hayati risklerin önlenmesi açısından; verilerin yalnızca yetkili kişilerce ulaşılabilmesi şeklinde şifreleme yapılması, ağ bölümlenme yolu ile ağ güvenliğinin artırılması, sağlık çalışanlarının güvenlik risklerine karşı bilgilendirilmesi, düzenli güvenlik testleri yapılarak güvenlik açığı varsa tespit edilip giderilmesi ilk aşamada sayılabilecek güvenlik önlemlerinden bazılarıdır.²²¹ Siber saldırılarda insanların bilgi ve farkındalık eksikliğinin çok yaygın şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle sağlık çalışanlarının; veri güvenliğine, bilgilendirilmiş onam alınmasına ve siber saldırı risklerine karşı çeşitli eğitimler verilerek farkındalık sahibi olmasının sağlanması son derece

²¹⁸ Nils Christopher Köbis, Christopher Starke ve Jaselle Edward-Gill, “The Corruption Risks of Artificial Intelligence” (Transparency International: JSTOR, 2022), s.8, <http://www.jstor.org/stable/resrep43028> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

²¹⁹ Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems: A Research and Standards Perspective”, s.5740.

²²⁰ Köbis, Starke, ve Edward-Gill, “The Corruption Risks of Artificial Intelligence”, s.8.

²²¹ Fatih Altan ve Ayşegül Aydın, “Sağlık Sektöründe Siber Güvenlik”, içinde *Sağlık Sektöründe Teknolojik Yaklaşımlar - I*, (Ankara: Eğitim Yayınevi, 2024), s.69, <https://play.google.com/books/reader?id=FW4IEQAAQBAJ&pg=GBS.PA58> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

önemlidir.²²² Ayrıca hastalar yönünden sağlık hizmetinde kullanılan YZ sistemlerine ilişkin okuryazarlığın geliştirilmesi için çalışmalar yapılması, bireylerin bu teknolojilere ilişkin bilgi seviyesinin artırılması YZ'nin güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için önemlidir.²²³

Sağlıkta YZ kullanımının pek çok süreç için mümkün olduğundan çalışmamızın önceki bölümlerinde bahsetmiştik.²²⁴ Hastaya müdahale süreçlerinden olan teşhis, tedavi gibi aşamalarda oluşabilecek riskler elbette daha hayati sonuçlar doğurmaktadır. Bu açıdan bakıldığında sağlık kuruluşu yönetimi ve planlama süreçleri gibi daha ziyade idari süreçlerde YZ kullanılması halinde, yine gizlilik ve siber saldırı ile verilerin ifşası noktasında riskler barındırmakla birlikte, risklerin çoğu zaman hayati nitelik taşımayacağı olumlu yönde değerlendirilebilir.²²⁵ Ancak yine de bu alanlardaki kullanımlar açısından da PET'lerin kullanılması ve siber saldırılara ilişkin olarak yukarıda belirtmiş olduğumuz önlemlerin alınması yerinde olacaktır.

Son olarak belirtmek gerekir ki tıbbi YZ kullanımına bağlı bazı risklerin önlenmesi için açıklanabilir YZ modelleri yoluyla modelin karar verme süreçlerinin anlaşılması önerilmektedir. Böylece karar sürecinde olağan dışı bir durum veya sisteme müdahale edildiğinin görülmesi halinde uygun tedbirler alınabilmektedir. Ancak burada modelde kullanılan açıklama tekniğine ve yöntemine de saldırı yapılması ihtimal dahilindedir.²²⁶ Dolayısıyla açıklanabilir YZ modelleri, tedbir açısından önem taşımakla birlikte bunların tek başına kesin çözüm olduğunu söylemek oldukça güçtür. Bu risklerin önlenmesi için açıklanabilir YZ kullanımında da siber saldırılar için en yüksek güvenlik tedbirlerinin alınması gereklidir.

3.2. Algoritmik Önyargılar

Algoritmik yanlılık (önyargı), kullanılan YZ modelinin, eğitim aşamasındaki verilerin eksik olması veya modelin eğitim aşamasında öngörülmemiş/gözetilmemiş bir hasta

²²² Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.25.

²²³ Lekadir vd., s.18.

²²⁴ Detaylı bilgi için bkz. Bölüm 2 “Sağlıkta YZ Kullanımı”.

²²⁵ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.13.

²²⁶ Rokas Gipiškis, Chun-Wei Tsai, ve Olga Kurasova, “Explainable AI (XAI) in Image Segmentation in Medicine, Industry, and beyond: A Survey”, *ICT Express* 10, sy 6 (Aralık 2024), s.1346, <https://doi.org/10.1016/j.ict.2024.09.008> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

grubuna uygulanması sebeplerine bağılı olarak istenmeyen sonuçların üretilmesidir.²²⁷ Bir başka çalışmada ise önyargı kavramının istatistiksel ve sosyal olmak üzere iki farklı şekilde tanımlanabileceği ifade edilmektedir. Buna göre sosyal önyargı, bazı grupların eşitsizliğe maruz kalarak dezavantajlı duruma düşmeleri olarak ifade edilirken istatistiksel önyargı, kullanılan verilerin dağılımının toplumdaki gerçek dağılıma uygun olmamasıdır.²²⁸ Bir başka deyişle; kullanılan veri kümesinde bulunan veri dağılımı, bir modelin uygulanacağı gruptaki insanların dağılımı ile orantılı değilse istatistiksel bir önyargının varlığından bahsedilebilir. Zira modelin kullanılacağı grup, modelin eğitim veri setinde doğru şekilde temsil edilmemiş olacak ve bu durum modelin üreteceği sonuçları olumsuz etkileyebilecektir. Tıbbi alanda kullanılan YZ uygulamalarında en çok; cinsiyet ayrımına, yaş farkına, etnik gruplara, coğrafi konumlara, sosyoekonomik duruma göre önyargılı sonuçların gözlemlendiği belirtilmiştir.²²⁹

Algoritmik önyargının temelinde, kullanılan veri setine ilişkin problemler yatmaktadır. Burada veriye bağılı sorunlar verinin; yanlış veya eksik olması, yalnızca bir gruba ilişkin olması ve bu verinin kendisinin eşitsizlik içermesi şeklinde özetlenebilir.²³⁰ YZ modelinin eğitiminde kullanılan verinin kalitesi, modelin kapsayıcılığı ve önyargının oluşmaması için büyük önem taşır. Eğer eğitim verisi, bazı azınlık grupları temsil etmekten uzak ise YZ, bu grubun sorunlarını görmekten ve modelin kullanım işlevi kapsamında bu grup için doğru bir çözüm sağlamaktan aciz olacaktır. Örneğin genetik hastalıklar, tedavi yöntemleri, genetik çeşitlilik üzerine araştırmaların yapıldığı Kişisel Genom Projesi (Personal Genomics Project), açık bir genomik veri tabanı sunsa da burada yer alan verilerin çoğunlukla Avrupa kökenli insanlara ait olması, bu veriler ile geliştirilecek herhangi bir modelin Avrupa kökenli olmayan insanlar açısından uygun sonuçlar üretmesi beklenemeyecektir.²³¹ Nitekim dengesiz veri seti olarak adlandırılan farklı grupları eşit

²²⁷ Sharona Hoffman ve Andy Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, *Yale Journal of Health Policy, Law, and Ethics*, sy 19 (2020), s.14, <https://yaleconnect.yale.edu/YJHPLE/ai-and-discrimination/> (Erişim Tarihi: 17 Nisan 2025).

²²⁸ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.2.

²²⁹ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.20.

²³⁰ Hoffman ve Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, s.12.

²³¹ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.4.

şekilde temsil etmeyen verilerin, YSA'ların performansını önemli ölçüde düşürdüğü, yapılan bir deneysel çalışma ile de ispatlanmıştır.²³²

Veri setindeki dengesizliklerin sebeplerine bakacak olursak sağlık hizmetlerine erişim imkanındaki eşitsizliklerin önemli bir etken olduğu görülecektir. Optimal sağlık hizmetine erişimi kısıtlı olan grupların verilerini içermeyen elektronik sağlık kayıtlarında veri boşlukları olduğundan bu kayıtlar ile eğitilen modelin performansı bu durumdan etkilenir. Ek olarak sağlık hizmetinin alınmasındaki eşitsizlikleri yansıtan kayıtların kullanılması ile YZ, bu eşitsizliğe bağlı ayrımcılık kalıplarını öğrenerek çıktılara yansıtabilecektir.²³³ Bu konuda insanların sahip olduğu önyargıları taşıyan verilerin YZ modelinde kullanılması halinde doğacak algoritmik önyargıları da düşünebiliriz. Örneğin bir çalışmada klinisyenlerin, kadınların ağrı seviyesini erkeklere kıyasla daha çok hafife aldığı belirtilmiştir.²³⁴ Dolayısıyla klinisyenlerin bu bakış açılarını yansıtan sağlık verileri ile eğitilen bir YZ modeli erkeklerin tedavisini kadınlara göre önceleyen bir çıktı üretmeye yatkın olacaktır.

İnsan kaynaklı önyargıda olduğu gibi algoritmik önyargı da adaletsiz ve ayrımcı sonuçlara yol açabilir. Ancak algoritmik önyargı, küresel ölçekte etkili olarak çok daha hızlı yayılma ve kontrolsüz bir şekilde büyüme tehlikesi taşır. Ayrıca böyle bir durumda algoritmik ayrımcılık nedeniyle mağdur olan bir bireyin, temeli eğitim verilerinde saklı olan bu ayrımcılığı tespit ve ispat edebilmesi oldukça güç olacaktır.²³⁵

Veri setindeki eksiklik veya yanlışlıklar YZ modelinin üreteceği sonuçların güvenilirliği açısından önemli bir sorundur. Yanlış verilerin kullanılması halinde model hatalı değerlendirme yapacak ve yanlış bir sonuç ortaya koyacaktır. Verilerde eksiklik olması halinde ise YZ yine eksik/yanlış değerlendirmeler yapabilecek ve halüsinasyon dediğimiz var olmayan çıktıları üretebilecektir.²³⁶

²³² Ayer, Chen ve Burnside, “Artificial Neural Networks in Mammography Interpretation and Diagnostic Decision Making”, s.8.

²³³ Hoffman ve Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, s.6.

²³⁴ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.4.

²³⁵ Doğan, *Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Sorumluluğu*, s.127.

²³⁶ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.23.

Verilere ilişkin bir diğer sorun ise kullanım öncesinde; veri formatlarının düzenlenmesi, kalite kontrolü, verilerin ayıklanması, yeniden etiketlenmesi gibi işlemlerin doğurduğu maliyetlerdir. Sağlık alanındaki YZ modellerinin eğitiminde kullanılmak üzere bu aşamalardan geçirilen veri setlerinin ortak bir yerde toplanması amacıyla Avrupa Komisyonu 2019-2025 planında Avrupa Birliği Sağlık Verisi Alanı oluşturulması hedef olarak belirlenmiştir.²³⁷ Böylece ortak kullanıma açık uygun veri setinin oluşturulmasında kolaylık sağlanması amaçlanmıştır.

Algoritmik önyargının niteliği ve eğitim verilerinin önyargı ve hataların oluşmasında nedenli etkili olduğu yukarıda izah edilmiştir. Belirtmek gerekir ki bahsetmiş olduğumuz bu riskler yalnızca gerçekleşme potansiyeli uzak birtakım olumsuz beklentiler değildir. Sağlık alanında kullanılmakta olup çeşitli alanlarda önyargılı sonuçlar üreten veya hatalı çıktılar sunan YZ uygulamaları bulunmaktadır. Örneğin; sağlık hizmetlerinin maliyetlerine göre değerlendirme yapan bir YZ algoritması, siyahiler için yapılan sağlık harcamalarının beyazlara oranla daha fazla olmasını, siyahların daha sağlıklı olduğu şeklinde yorumlayarak böbrek hastalıkları ve diyabet gibi hastalıkların tedavisinde beyaz hastaları öncelemiştir.²³⁸ Bir diğer çalışmada uyku skorlamasında kullanılan YZ modelinin, daha ziyade genç ve sağlıklı bireylerin verileri ile eğitilmiş olmasından dolayı bu modelden yaşlı hastaların uyku sorunlarının çözümünde verim alınamamıştır.²³⁹ Başka bir azınlık grup olan engelliler açısından ise bu kişilerin işyerlerinde, eğitimde, sağlık hizmeti almada dışlanmasına bağlı olarak veri setlerinde bu bireylerin verileri açısından bir boşluk olduğu ve bunun sonucunda veri setlerinin bu bireyler açısından kapsayıcı olmadığı DSÖ tarafından ifade edilmiştir.²⁴⁰ Yine ekonomik açıdan dezavantajlı bireylerin; sağlık sigortası bulunmaması, ulaşım veya çocuk bakım imkânının olmayışı gibi çeşitli engellerden dolayı sağlık hizmetinden daha az faydalanması, YZ eğitiminde kullanılan verilerin kapsayıcı olmaması riskini gösteren bir başka örnektir.²⁴¹

Önyargı ve eşitsizlik riski açısından verebileceğimiz bir diğer örnek ise kadın ve erkek hastalar arasındaki duruma ilişkin olabilir. Bir araştırmada; kadınların hipertansiyon ve kalp

²³⁷ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.28.

²³⁸ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.2.

²³⁹ Norori vd., s.3.

²⁴⁰ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.13.

²⁴¹ Hoffman ve Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, s.13.

yetmezliği gibi sorunları yaşama riskinin erkeklere oranla daha yüksek olmasına rağmen kadınların daha az ilaç tedavisi aldıkları ve onlar için daha az hastane içi işlem yapıldığı ortaya konulmuştur. Dolayısıyla bu sağlık kayıtları, YZ eğitiminde kullanıldığında, veri setindeki ayrımcılık YZ modeline de taşınmış olacağından algoritmanın kadınlar için daha az yoğun bakım tedavisi önermesi söz konusu olabilir.²⁴² Benzer bir eşitsizlik Afrikalı Amerikalılar ile beyazlar arasında da mevcut olup ekonomik açıdan dezavantajlı kişiler; şiddetli hipertansiyon, diyabet, böbrek yetmezliği, anemi ve yüksek kolesterol gibi hastalıklara daha fazla yakalanmasına rağmen daha az sağlık hizmeti almış olup bu kişiler daha ziyade Afrikalı Amerikalıların yaşadığı bölgelerdeki insanlardır. Ancak 200 milyon Amerikalıya hizmet veren algoritma, Afrikalı Amerikalılara ilişkin veri boşluklarından dolayı onların daha bu hastalıklara daha fazla yakalandığını göz önünde bulundurmadan beyaz hastaları öncelemiştir.²⁴³ Bu durum Afrikalı Amerikalılar ile beyaz Amerikalıların arasındaki ekonomik eşitsizliğin sağlık kayıtlarını etkilediğini, bu kayıtların eğitim verisi olarak kullanıldığı algoritmaların ise yanlış sonuçlar üreterek yine Afrikalı Amerikalıların sağlık hizmetinden faydalanmasını olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Sağlıkta kullanılan YZ teknolojilerinin ekonomik açıdan dezavantajlı gruplar için risk oluşturduğu bir diğer alan, randevu iptallerinin tahmininde kullanılan uygulamalardır. Sağlıkta YZ kullanımına ilişkin açıklamalarımızın yer aldığı ikinci başlıkta; sağlık hizmetlerinin planlanması süreçlerinde randevusunu iptal etmesi muhtemel hastaların önceden tespiti ile personel planlamasının buna göre yapılmasının mümkün olabileceğini ve işgücünden tasarruf sağlanabileceğini belirtmiştik. Bu konuda elektronik sağlık kayıtlarına entegre edilen bir YZ algoritması kullanılmış, randevusuna gelmeme ihtimali yüksek bireylerin randevu saatlerine ikinci bir hasta eklenmiştir. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda randevusuna gelemeyeceği tahmin edilen kişilerin daha ziyade ulaşım, çocuk bakımı veya işyerinden izin almada zorluk gibi nedenlerden dolayı ekonomik açıdan dezavantajlı kişiler olduğu görülmüştür. Dolayısıyla YZ algoritmasının yanlış çıktıları sonucu uygulanan çifte randevu sistemi, bu kişilerin yetersiz sağlık hizmeti almalarına neden olmuştur.²⁴⁴

²⁴² Hoffman ve Podgurski, s.16.

²⁴³ Hoffman ve Podgurski, s.17.

²⁴⁴ Hoffman ve Podgurski, s.18.

Görüldüğü üzere YZ algoritmalarının yanlış sonuçlar üretmesi bazı grupların yetersiz sağlık hizmeti almasına neden olabilmektedir. Bu durum ise hastaların ayrımcı bir uygulama nedeniyle hayatını kaybetmesine dahi sebep olabilecek kadar önemlidir. Nitekim YZ'nin kamu sağlığı üzerindeki etkilerini ele alan bir çalışmada bu hususa değinilmiş algoritmanın önyargılı kararlarının kritik öneme sahip olduğu, bu kararların insanların sağlığı hatta yaşamları üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.²⁴⁵

Algoritmik yanlılığa bağlı bu risklerin azaltılması ve ortadan kaldırılması için de bazı tedbirlerin alınması mümkündür. Örneğin yapay sinir ağlarının meme kanseri tarama ve teşhis çalışmalarında kullanımını inceleyen bir akademik çalışmada, risklerin minimize edilmesi için model geliştirme aşamasında dikkate alınması gereken bazı öneriler sunulmuştur. Buna göre;²⁴⁶ öncelikle YZ modelinin test aşamasında mümkünse bağımsız veri setleri kullanılmalı ve modelin gerçek performansı ortaya konulmalı ya da en azından çapraz doğrulama sayesinde model her seferinde verinin bir başka kısmı ile test edilerek sonuçların ortalamasına göre model performansı belirtilmelidir. İkinci olarak modelin eğitim aşamasının doğru zamanda sonlandırılması ile eğitim verilerini ezberleyerek aşırı uyum geliştirmesi engellenmelidir. Ayrıca modelin geliştirilmesinde kullanılan veri setlerinin daha geniş ve çeşitli grupları içermesinin, klinik uygulamalardaki verimliliği artıracığı ifade edilmiştir. Özellikle veri kalitesine ve kapsayıcılığına odaklanan bu öneriler, algoritmik hata ve yanlılık kaynaklı risklerin önlenmesi için yerindedir. Eğitim verilerinin sınıflandırılması, her modelde farklı eğitim setleri kullanılması, düşmanca örneklerin modele tanıtılması ile modelin bunları tespit ederek bunlardan kaçınmasını sağlanması ve veri zehirlenme saldırılarına karşı modelin sağlamlığını test etmek de veri kaynaklı algoritmik hata ve önyargıların önlenmesi için atılabilecek adımlardandır.²⁴⁷

Veri seti dengesizliklerinin varlığı halinde modelin performans değerlendirmesinde bu durumun dikkate alınması gerekir. Örneğin modelin doğruluğu değerlendirilirken hakkında daha az veri bulunan gruplar için kullanıldığında nasıl bir performans vereceğini gösterecek

²⁴⁵ Jacobson ve Jokela, “Artificial Intelligence and Public Health”, s.10.

²⁴⁶ Ayer, Chen ve Burnside, “Artificial Neural Networks in Mammography Interpretation and Diagnostic Decision Making”, s.8.

²⁴⁷ Esmailzadeh Dilmaghani vd., “Privacy and Security of Big Data in AI Systems:A Research and Standards Perspective”, s.5741.

ölçütler kullanılabilir.²⁴⁸ Kullanılacak YZ modelinin adil olması için tasarım aşamasından itibaren hem verilerin hem de modelin kapsayıcı, açık ve güvenli olması gerekir.²⁴⁹ Kapsayıcılık, özellikle algoritmik yanlılığın önlenmesi açısından önemli olup bu sorunun aşılması adına yetersiz temsil edilen gruplara ait verilerin eğitim sürecinden itibaren kullanılması sağlanabilir.²⁵⁰ Ayrıca algoritmik yanlılığın önlenmesi için PET’lerden sentetik veri üretimi ile veri seti dengesizliklerinin giderilmesi sağlanabilir. Örneğin bir veri setinde etnik azınlıklar gibi yeterince temsil edilmeyen gruplara ilişkin sentetik veriler üretilip eğitim sürecindeki veri eşitsizlikler giderilebilir.²⁵¹

Sağlık çalışanlarının sürecin bir parçası olması, sağlıkta YZ kullanımında insan gözetimi sağlanması da algoritma yanlılığı durumlarında hastanın bundan zarar görmesini engelleyici bir mekanizma olarak kullanılabilir. Örneğin YZ’nin randevusuna gelmeme ihtimali olan kişilerin tespit ederek çift rezervasyon önermesi durumunda sağlık çalışanı, bu çıktıyı dezavantajlı gruplar açısından bir mağduriyete sebep olmayacak şekilde randevu hatırlatması yapmak şeklinde uygulayabilir.²⁵²

Buraya kadar veri setine bağlı olarak algoritmanın geliştirdiği önyargılar üzerinde durduk. Ancak algoritmanın bu önyargılı sonuçlarına sağlık çalışanlarının daha geniş bir ifadeyle insanların pasif hareketle algoritma ayrımcılığından dolayı sorumluluğu gündeme gelebilir. Nitekim sağlıktaki algoritmik yanlılığın sebebinin mevcut sağlık verilerindeki eşitsizlik olduğunu düşündüğümüzde bunun çok uzak bir ihtimal olmadığını söyleyebiliriz. Toronto Üniversitesi’nden Marzyeh Ghassemi de şu sözleri ile sağlıktaki ayrımcılığın algoritmaya yansıdığını ifade etmiştir; “Önyargı zaten klinik ortamın bir parçasıdır. Yani, makine öğrenimi bizi ele geçirmeye çalışmıyor. İnsanların yaptığı, insanların etiketlediği, insanların açıklama eklediği veriler üzerinde eğitim yaparken, insanların bu verilere enjekte ettiği bazı önyargıları fark edebiliriz.”²⁵³ Bu kapsamda eğer sağlık hizmeti sağlayan kişiler, kullanılan algoritmanın önyargılı sonuçlar ürettiğini fark etmesine rağmen buna

²⁴⁸ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.4.

²⁴⁹ Norori vd., s.5.

²⁵⁰ Norori vd., s.6.

²⁵¹ Norori vd., s.6.

²⁵² Hoffman ve Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, s.46.

²⁵³ Marzyeh Ghassemi, “Exploring Healthy Models in ML For Health”: AI for Healthcare Equity Conference, 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=5uZROGFYfcA> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025); Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.21.

müdahale etmezse buradaki ihmallerinden dolayı sorumlulukları doğabilir.²⁵⁴ Ancak bu çerçevede ayrımcılıktan sorumluluğun doğması için; kişinin algoritma çıktılarındaki ayrımcılığın farkında olması ve bunu düzeltme imkânı olmasına rağmen düzeltmemiş olması gerekmektedir.²⁵⁵ Sonuç olarak algoritmik önyargının ve buna bağlı zararların önlenmesi için belirtmiş olduğumuz yöntemlerin yanı sıra; sağlık hizmetinde YZ kullanılan ya da kullanılmayan bütün işlemlerde tüm insanlığın tüm farklılıkları ile birlikte eşit sağlık hizmeti alabilmesini temin etmek, algoritmik yanlılığı önlemek adına atılacak en güçlü adım olacaktır.

3.3. Algoritmik Hatalar

Algoritmanın hata yapma ihtimali de sağlık alanında YZ kullanımı açısından dikkate alınması gereken önemli risklerdendir. DSÖ yayınlamış olduğu rehberde sağlık alanında kullanılan büyük dil modellerinin eksik veya yanlış bilgi verebileceğinden bahsetmiştir. Bu bilgilerin alıcısı klinik bilgisi olmayan kişiler olduğunda söz konusu yanlış bilginin doğuracağı riskin çok daha büyük olacağını ifade edilmiştir.²⁵⁶ ChatGPT hakkında yapılan bir çalışmada da bu modelin sağlık hizmetinin sunulması sürecinde pek çok aşamada faydalı olabileceği belirtilmiş fakat sonrasında; modelin hatalı sonuç verme ihtimalinden bahsedilerek alınan çıktıların tekrar incelenmesi, hataların tespiti ve bu hatalara ilişkin geri bildirimde bulunulması tavsiye edilmiştir.²⁵⁷

Algoritmik hata sonucu; eksik teşhis konulması, yanlış teşhise bağlı olarak hastaya gereksiz tedavi uygulanması ve yine buna bağlı olarak acil serviste yapılacak müdahalenin hatalı planlanması söz konusu olabilir.²⁵⁸ Bu hataların her biri ayrı ayrı çok büyük zararlara neden olma potansiyeli taşımaktadır. Hastanın var olan bir hastalığının algoritmik hata nedeniyle teşhis edilmemesi durumunda bu hastalığın tedavisi mümkün olmayacaktır. Bunun sonucunda ise hastanın durumu ağırlaşabileceği gibi hastalığın niteliğine göre hayati tehlike dahi söz konusu olabilir. Var olmayan bir hastalığın YZ tarafından hatalı olarak var kabul edilmesi halinde ise öncelikle hastaya gereksiz bir tıbbi müdahale yapılmış olacaktır.

²⁵⁴ Hoffman ve Podgurski, “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”, s.24.

²⁵⁵ Hoffman ve Podgurski, s.30.

²⁵⁶ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.14.

²⁵⁷ Göktaş vd., “Artificial Intelligence Chatbots in Allergy and Immunology Practice”, s.2698.

²⁵⁸ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.15.

Bilindiği üzere tıbbi müdahale, insanın vücut dokunulmazlığının istisnasını teşkil etmektedir. Ancak tıbbi müdahalenin meşruiyeti de endikasyonun varlığına bağlıdır. Yani var olmayan bir teşhise dayalı olarak tıbbi müdahale yapılması halinde vücut dokunulmazlığının ihlali söz konusu olacaktır. Bunun yanı sıra gereksiz uygulanan tedaviye ilişkin maliyetlerden dolayı oluşacak zararlar da gündeme gelecektir. Ayrıca teşhisin yanlış pozitif (false positive) veya yanlış negatif (false negative)²⁵⁹ olmasına bağlı olarak hastaya uygulanacak tedavi planlamasında hata yapılmasına ve öncelikle uygulanması gereken işlemin geciktirilmesine bağlı zararlar oluşabilir.

Algoritmik hatalar sonucu hekimin yanılması da söz konusu olabilir. Örneğin bir mamografi incelenmesinde, kullanılan algoritmanın yanlış negatif içeren çıktısı, görüntüyü inceleyen radyologların gerçek tanıyı kaçırmalarına neden olabilir.²⁶⁰ Ayrıca açıklanabilir YZ yöntemleri, bireysel tahminlere ilişkin olarak sistemin genel güvenilirliğine ve kalitesine her zaman katkı sağlamamasına rağmen açıklanabilir YZ sistemlerine fazla güven sonucu gündeme gelebilir.²⁶¹ Bu durum DSÖ tarafından otomasyon yanlışlığı başlığı altında ele alınmış olup sağlık alanında ciddi sorunlara neden olma potansiyeli taşıdığı belirtilmiştir.²⁶²

Algoritmik hataya bağlı bu risklerin önlenmesi için “insan gözetimi” önemli bir etkidir. Tıbbi müdahaleler esnasında YZ kullanıldığında da insanların kendi kaderini tayin hakkı elinden alınmamalı, YZ kararlarının zorunlu olarak uygulanması gibi bir durum ortaya çıkmamalıdır.²⁶³ Ayrıca klinik uzmanın yani hekimin sürece dahil olduğu ve YZ’nin yardımcı rolde olduğu bir kullanım şekli daha güvenli olacaktır.²⁶⁴ Böylece hekimin

²⁵⁹ Yanlış pozitif kavramı, veri değerlendirmesi sonrası ortaya konulan sonucun, gerçekte olmayan bir durumu hatalı olarak var gibi göstermesidir. Yanlış negatif ise gerçekte var olan bir durumun; veri değerlendirmesi sonucu hatalı olarak ortaya konulamaması, yok kabul edilmesidir. Örneğin var olmayan bir hastalığa yönelik teşhis yanlış pozitif olurken, gerçekte var olan bir hastalığın teşhis edilememesi yanlış negatif olarak değerlendirilir. https://tr.wikipedia.org/wiki/Yanl%C4%B1%C5%9F_pozitif_ve_yanl%C4%B1%C5%9F_negatif (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

²⁶⁰ Yu, Beam, ve Kohane, “Artificial Intelligence in Healthcare”, s.728.

²⁶¹ Daria Onitui, Sandra Wachter, ve Brent Mittelstadt, “How AI Challenges the Medical Device Regulation: Patient Safety, Benefits, and Intended Uses”, *Journal of Law and the Biosciences*, 09 Nisan 2024, s.26, <https://doi.org/10.1093/jlb/lxae007> (Erişim Tarihi: 01 Mayıs 2025).

²⁶² *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.11.

²⁶³ Özcan, “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı”, s.75.

²⁶⁴ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.16.

potansiyel hataları ve bağlamsal değişiklikleri fark edip raporlaması ile hastaların zarara uğrama ihtimalini minimize etmek mümkün olacaktır.²⁶⁵

Algoritmik hatanın bir başka örneği, kullanıcının yani insanın hataya dahil olduğu durumlardır. Bu ihtimali özellikle büyük dil modelleri açısından düşünebiliriz. Büyük dil modelleri insan tarafından verilen girdilere göre sonuç üretmek üzere tasarlanmıştır. Dolayısıyla algoritmanın performansı çok yüksek olsa bile girdilerin kalitesi de sonuç üzerinde oldukça etkilidir. Bu kapsamda bir büyük dil modeli sağlık alanında özel olarak eğitilmiş olsa dahi girdilerin kalitesine yani insanın prompt mühendisliği konusundaki başarısına bağlı olarak her zaman isabetli sonuçlar vermeyebilir.²⁶⁶ Bu riskin önlenmesi için ise YZ okuryazarlığını artırmak adına eğitim ve farkındalık çalışmaları yapılabilir.

3.4. Etik ve Hukuki Sorunlar

YZ kullanımlarının riskleri tartışılırken en çok gündeme gelen konulardan bir tanesi de etik ve hukuki kaygılardır. Elbette bu durum sağlık alanındaki YZ kullanımları açısından da söz konusudur. Etik ve hukuki açıdan doğabilecek riskleri genel olarak; sağlıkta YZ kullanımının tabi olacağı hukuki standartlar, YZ kullanılması halinde olası bir zarardan sorumluluğun değerlendirilmesi, sağlık alanında YZ'nin vereceği çıktıların ilişkin şeffaflık sorunu şeklinde kategorize edebiliriz. Hasta verilerinin mahremiyeti de etik sorunlar arasında sayılabilir.²⁶⁷ Bu konuda alınabilecek önlemler “Veri Gizliliği ve Güvenlik Sorunları” başlığı altında detaylı şekilde ele alınmıştır. Ayrıca YZ'nin zarar vermeme ilkesine rağmen belirli durumlarda zararlı olabilmesi de bir etik problem olarak karşımıza çıkmaktadır.²⁶⁸ Bu zararlar veri güvenliğine bağlı olabildiği gibi algoritmik yanlışlık ve hatadan da kaynaklanabilir. Dolayısıyla bu sorunlar da çalışmamızın ilgili başlıklarında irdelenmiş olup burada diğer etik ve hukuki sorunlara ilişkin açıklamalar yapılacaktır.²⁶⁹

Sağlık alanında kullanılan YZ sistemlerinin ne şekilde ele alınması gerektiği, bu uygulamaların hangi düzenlemelere tabi olacağı önemli bir tartışma konusudur. DSÖ bu

²⁶⁵ Lekadir vd., s.17.

²⁶⁶ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.10.

²⁶⁷ Özdemir ve Bilgin, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı ve Etik Sorunlar”, s.442.

²⁶⁸ Özdemir ve Bilgin, s.442.

²⁶⁹ Bölüm 3.1. “Veri Gizliliği ve Güvenlik”; Bölüm 3.2. “Algoritmik Önyargılar”; Bölüm 3.3. “Algoritmik Hatalar”.

hususta büyük dil modelleri üzerinden yaptığı değerlendirmede özellikle bu modellerin, sağlık hizmeti sunucuları dışındaki kişi ve kurumlar tarafından da kolayca erişim sağlanıp kullanılabilir olmasını değerlendirmiştir. Sonuç olarak ise bu modeller için geçerli olacak denetim konusunda; çok detaylı düzenlemelere tabi “klinik uygulamalar” (clinical applications) ile daha az denetleyici düzenlemelere tabi olan “sağlık uygulamaları” (wellness applications) arasında bir noktada konumlandırılabileceğini ifade etmiştir.²⁷⁰ Bu uygulamaların sınırlarının belirli olması ve olası zarar taleplerinde sorumluluğun doğru şekilde tespit edilebilmesi için bağlı oldukları hukuki düzenlemelerin ve sınırlamaların belirli olması gerekmektedir. Ayrıca YZ uygulamalarının kullanım şekli de sorumluluk açısından önemlidir. Örneğin ülkemizde tıbbi müdahaleyi yapabilecek kişilerin nitelikleri kanun ile belirlenmiş olup hekim gözetimi olmaksızın YZ ile tıbbi müdahalede bulunulması hukuka aykırı olacaktır.²⁷¹ Yani tıbbi müdahalelerde hekim gözetimi olmaksızın YZ kullanılması mevcut hukuki düzenlemelerimiz gereği mümkün değildir. Dolayısıyla hekimin YZ araçlarını kullanarak uyguladığı bir müdahaleden doğacak zarar nedeniyle sorumluluk yine hekime ait olacaktır.²⁷² Bununla bağlantılı olarak hekimin hukuken sınırları belirlenmemiş olan bu araçları kullanabilmek için hasta veya hasta yakınlarını onam vermek üzere zorlaması da mümkün değildir.²⁷³ Elbette hekimin buradaki sorumluluğu açısından; kullandığı YZ araçlarının güncel tıbbi standartlara uyumu,²⁷⁴ bu araçların teknik açıdan kusursuz uygulanıp uygulanmadığı,²⁷⁵ bunların kullanılmamış olması halinde zarar doğma ihtimalinin varlığı gibi hususların da değerlendirilmesi gerekmektedir. Fakat bu değerlendirmelerde hekimlerin kendi kârını artırmak uğruna YZ sistemini manipüle etmesi ve sonrasında olası bir zarar talebinde sorumluluktan kurtulma çabası ile bunu yalnızca YZ algoritmasına ait kaçınılmaz bir hata olarak göstermeye çalışması gibi riskler gözden kaçırılmamalıdır.²⁷⁶

Bir diğer dikkat edilmesi gereken konu ise otonom robotların ve diğer YZ araçlarının kendi kendine karar alabilme yetenekleridir. Buna ilişkin olarak; bir otonom robotun, tıbbi

²⁷⁰ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.15.

²⁷¹ Ebru Karataş, *Hekimin Mesleki Özerkliği*, (Ankara: Adalet Yayınları, 2022), s.82.

²⁷² Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.189.

²⁷³ Karataş, s.83.

²⁷⁴ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.193.

²⁷⁵ Aldemir Toprak, s.193.

²⁷⁶ Köbis, Starke, ve Edward-Gill, “The Corruption Risks of Artificial Intelligence”, s.10.

müdahale esnasında yapmış olduğu bir hatayı, kendisine zarar gelmesini önlemek amacıyla sisteme programlama hatası olarak kaydedebileceği veya hiç kaydetmeyebileceği ihtimali örnek gösterilmiştir.²⁷⁷ Dolayısıyla sorumluluk tespitinin isabetli ve güvenilir bir şekilde yapılabilmesi için tüm seçeneklerin değerlendirilmesi, hekimin YZ araçlarına ne derece müdahale edebileceği ve YZ uygulamasının otonom karar alabilme yetkisinin sınırları dikkatle incelenmelidir.

Sağlıkta kullanılan YZ araçlarına bağlı zararlar söz konusu olduğunda, uygulama ile bağlantılı çok fazla aktör olması (YZ geliştiricileri, hekimler, hastalar, sağlık kuruluşları vb.) sorumluluk tespitini zorlaştıran bir unsurdur. Ayrıca tıbbi uygulamada YZ kaynaklı bir hata meydana geldiğinde bunun kesin nedenini veya YZ'nin hangi aşamasındaki bir soruna bağlı olarak oluştuğunu tespit edebilmek güçtür.²⁷⁸ Bu hesap verilebilirlik açısından problem teşkil ettiği gibi aynı zamanda YZ araçlarının genel kullanımında en çok dile getirilen sorunlardan biri olan opaklık probleminin sonuçlarındandır. YZ araçlarının açıklanabilir olmaması, tıbbi müdahalede kullanımında bir zarar olması halinde zararın nedenine ilişkin ispata ulaşmakta zorluklara neden olacaktır.²⁷⁹ Öyle ki bu opaklıktan dolayı bir müdahalede YZ araçlarından yararlanan hekimin, müdahalede YZ kaynaklı bir komplikasyonu yeterince açıklayamaması nedeniyle daha ağır bir sorumluluk altında kalması söz konusu olabilir.²⁸⁰

Sağlıkta YZ kullanımında sorumluluk ve hesap verilebilirliğe ilişkin bu risklerin bertaraf edilmesi için sorumluluk sınırlarını çizen birtakım regülasyon çalışmalarının yapılması gerektiği kanaatindeyiz. Hesap verilebilirlik sağlandığında, YZ kullanımı aşamasında yapılacak hataların yaptırım anlamında bir karşılığı olacak bu da daha özenli bir kullanımı teşvik edecektir.²⁸¹ Üstelik yapılacak düzenlemelerde sağlık sektöründe kullanılacak YZ için çok sayıda aktörün bulunduğu gözetilmeli, YZ araçlarını kullanacak olan sağlık çalışanları bu düzenleme kapsamında tutulurken YZ üreticileri regülasyondan

²⁷⁷ Şahinli, “Robotik Cerrahide Hekimin Cezai Sorumluluğu”, s.146.

²⁷⁸ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.26.

²⁷⁹ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zeka Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.22; Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.22.

²⁸⁰ Lekadir vd., s.27.

²⁸¹ Markus, Kors, ve Rijnbeek, “The Role of Explainability in Creating Trustworthy Artificial Intelligence for Health Care”, s.9.

dışlanmamalıdır.²⁸² Sağlıkta YZ kullanımlarına ilişkin algoritmik hesap verilebilirlik yasası gibi bir düzenleme oluşturulması ile algoritmik ayrımcılık riskinin bertaraf edilebileceği belirtilmektedir.²⁸³ Gerçekten de YZ alanındaki diğer tüm riskler gibi ayrımcılık riskinin yasal bir düzenleme ile engellenmesi, tıbbi YZ kullanımında tüm aktörlerin daha hassas ve dikkatli hareket etmesini sağlayabilir. Ayrıca sağlık çalışanı ve hastadan oluşan iki taraflı ilişkiye üçüncü bir taraf olarak YZ araçlarının eklenmesi nedeniyle bu ilişkinin genel kurallarını ve dikkat edilmesi gereken hususları belirleyen bir yönerge olması YZ kullanım süreçleri ve risklerin azaltılmasında olumlu katkı sağlayabilir.²⁸⁴

Bu kapsamda tıbbi YZ kullanımından doğan sorumluluğun mevcut durumda nasıl değerlendirileceğinden bahsetmek gerekir. Öğretide YZ'nin sağıktaki kullanımına ilişkin olarak farklı sorumluluk türlerinden bahsedilmiştir. YZ kullanımından doğan sorumluluk bir çalışmada; YZ'nin sorumluluğu, kullanıcı olarak hekim ve hastanenin sorumluluğu ve üreticinin sorumluluğu olmak üzere üç sūje üzerinden değerlendirilmiştir.²⁸⁵ Bu çalışmada YZ'nin sorumluluğu bakımından; otonomiye sahip YZ sistemlerinin kendi fiillerinden sorumlu olması gerektiği, mevcut düzenlemeler çerçevesinde ayrı bir tüzel kişiliği olmayan bu sistemlerin kendi fiillerinden sorumlu olamayacağı, bu sistemlere elektronik kişilik tanınması ve sorumluluk fonu kurulabileceği şeklindeki farklı görüşlerden bahsedilmekle birlikte TMK anlamında bir kişiliği olmayan YZ'nin mevcut düzenlemeler çerçevesinde sorumlu olamayacağı açıklanmıştır.²⁸⁶ Kanaatimizce de YZ'nin bir kişi sıfatı olmaksızın fiillerinden sorumlu tutulması dolayısıyla sağıktaki kullanımlarına ilişkin bir sorumluluk atfedilmesi mümkün değildir. Hekimin ve hastanenin sorumluluğu açısından ise sözleşmesel sorumluluk, haksız fiil sorumluluğu ve kusursuz sorumluluk halleri değerlendirilmiştir.

Sözleşmeden doğan sorumluluk çerçevesinde özen yükümlülüğü bağlamında hekim, kullanılan YZ tercihindeki özensizliği ile teşhis ve tedavide kullanılacak YZ'nin yanlış programlama ve yönlendirmesine ilişkin zararlardan sorumlu olacaktır.²⁸⁷ Hastane ise tıp

²⁸² Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.27.

²⁸³ Hoffman ve Podgurski, "Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care", s.30.

²⁸⁴ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.28.

²⁸⁵ Aldemir Toprak, *Sağık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.186-236.

²⁸⁶ Aldemir Toprak, s.189-190.

²⁸⁷ Aldemir Toprak, s.192.

biliminin gereklerine uygun ekipman tedariki ile bunların bakımından, bu teknolojilerin kullanımı için gerekli eğitimlerin verilmesinden yükümlü olup bunlara aykırı davranmış olması halinde tıbbi YZ kullanımına bağlı zararlardan sorumludur.²⁸⁸ Sağlık merkezlerinin burada belirtilen şekilde sağlık çalışanlarının güvenli olmayan YZ kullanımından sorumluluğunun dolaylı sorumluluk olarak adlandırıldığını da görmekteyiz.²⁸⁹ Hekim ve hastane açısından bahsedilen bu sorumluluklar için elbette kusur, zarar ve illiyet bağı unsurlarının da mevcut olması aranır.²⁹⁰ Hekim ve hastanenin hastaya karşı sözleşmeden doğan özen sorumluluğu, ihmale dayalı sorumluluk olarak da ifade edilmiştir.²⁹¹ Şahsen ifa gereken haller dışında TBK m. 83 gereğince ifa yardımcısı kullanılabilmesi hususuna göre yapılan değerlendirmelerde YZ'nin ifa yardımcısı konumunda olabileceği ve bu kapsamda ifa yardımcısı olarak YZ kullanan hekim ve sağlık merkezinin hastaya karşı TBK m.116 uyarınca sorumlu olacağı ifade edilmişse de bizim de katıldığımız görüşe göre gerçek veya tüzel kişi olarak tanımlanamayan YZ'nin ifa yardımcısı kabul edilmesi ve hekim ile sağlık merkezinin sorumluluğunun buna göre tayin edilmesi mümkün değildir.²⁹² YZ'nin ifa yardımcısı olarak kabulü, bazı çalışmalarda dolaylı sorumluluk olarak adlandırılmış ise de yine YZ'nin tüzel kişiliği olmaması nedeniyle bu şekilde bir sorumluluğun uygulanabilir olmadığı belirtilmiştir.²⁹³

Haksız fiil çerçevesinde yapılan değerlendirmede ise hukuka aykırı fiil ile oluşan zarar arasındaki uygun illiyet bağının tespitinde, tıbbi YZ kullanımları açısından YZ'nin opaklığı ve otonomi özellikleri nedeniyle zorluklar yaşanabilir.²⁹⁴

Mevcut hukuk sistemimizdeki kusursuz sorumluluk hallerinden; hayvan bulunduranın sorumluluğu (TBK m.67), adam çalıştıranın sorumluluğu (TBK m.66), tehlike sorumluluğu

²⁸⁸ Aldemir Toprak, s.193.

²⁸⁹ George Maliha vd., “Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation”, *The Milbank Quarterly* 99, sy 3 (2021), s.633, <https://www.jstor.org/stable/48636198> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

²⁹⁰ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.193-195.

²⁹¹ Can Dikici ve Mustafa Kürşat Şahin, “Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk”, *Smyrna Tıp Dergisi* 13, sy 2 (2023), s.39, https://www.researchgate.net/publication/380733852_Saglik_alaninda_kullanilan_yapay_zeka_araclar_inda_sorumluluk_-_Smyrna_Tip_Dergisi#fullTextFileContent (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2025).

²⁹² Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.197-198.

²⁹³ Dikici ve Şahin, “Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk”, s.41.

²⁹⁴ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.202.

(TBK m.71) ile ilgili hükümleri, tıbbi YZ kullanımı açısından değerlendirebiliriz. YZ sistemlerinin öngörülemezlik özelliği, hayvanların öngörülemez davranışları ile benzeştiğinden bu sorumluluk hükümlerinin robot sahipleri açısından uygulanabileceği ifade edilmiş ise de bizim de katıldığımız görüşe göre yasada açıkça düzenlenmediğinden tıbbi YZ kullanımları bu madde kapsamında değildir.²⁹⁵ Adam çalıştırmanın sorumluluğu açısından “çalışan” ibaresinin tıbbi YZ cihazlarını da kapsayabileceği ifade edilmiş ise de yine YZ’nin kişi sıfatı olmadığından tıbbi YZ’nin bu hüküm kapsamında olmadığı şeklindeki görüşün daha isabetli olduğu kanaatindeyiz.²⁹⁶ Tehlike sorumluluğu ise önemli ölçüde tehlike arz eden işletmelere ilişkin bir kusursuz sorumluluk hali olup bu tanım kapsamındaki işletmelerce kullanılan YZ sistemleri açısından uygulanabilecek bir sorumluluk rejimidir. Ancak hekim ve hastane açısından özen esası geçerli olup hastada mevcut tehlikenin giderilmesi ve sağlığının iyileştirilmesi söz konusu olduğundan hekim ve hastane tarafından kullanılan YZ sistemleri, özel bir düzenleme olmadıkça, tehlike sorumluluğu çerçevesinde değerlendirilemez.²⁹⁷ Ayrıca kusursuz sorumluluk ile her ne kadar hastanın hatayı kanıtlama yükünden kurtarılması söz konusu olacaksa da tıbbi YZ kullanan aktörler açısından sorumluluğu ağırlaştıran bu sorumluluk rejimi hekim ve sağlık merkezlerini tıbbi YZ kullanmaktan, şirketleri ise bu sistemleri üretmekten caydırabilir.²⁹⁸

Ürün sorumluluğu açısından ise öncelikle YZ’nin ürün kabul edilip edilmeyeceği incelenmelidir. 7223 sayılı Ürün Güvenliği ve Teknik Düzenlemeler Kanunu (ÜGTDK) m.3/s tanımı ile cismani varlığı olmayan şeyler ürün olarak kabul edilmemiştir. Dolayısıyla robotik cerrahide kullanılan YZ sistemleri bir donanıma büründürüldüğünden “ürün” kabul edilerek bu kanun kapsamında değerlendirilebilecekken yazılımdan ibaret YZ sistemleri ÜGTDK kapsamında değildir.²⁹⁹ Ancak 02.06.2021 tarihli ve 31499 Mükerrer sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan Tıbbi Cihaz Yönetmeliği (TCY) m. 3 kapsamında hastalığın teşhisi, tedavisi veya hafifletilmesinde kullanılan yazılımlar da tıbbi cihaz kabul edilir. Bu hususta öğretide bir kısım yazarlar cismani özellik taşımayan yazımların ve YZ sistemlerinin ürün olarak değerlendirilemeyeceğini ve bu sorumluluğa tabi olamayacağını belirtirken diğer bir

²⁹⁵ Aldemir Toprak, s.204.

²⁹⁶ Aldemir Toprak, s.205.

²⁹⁷ Aldemir Toprak, s.207.

²⁹⁸ Dikici ve Şahin, “Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk”, s.39.

²⁹⁹ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.217.

görüŖe göre amaçsal yorum yapılarak yazılımlar da ürün sorumluluğu çerçevesinde ele alınmalıdır.³⁰⁰ Biz de teknolojik gelişmelere uyum sağlanması ve cismani varlığı olmasa da geleneksel ürünler ile benzer bir zarar tehlikesi taşıyan yazılım ve algoritmaların ürün kabul edilmesi gerektiğı şeklindeki görüşe³⁰¹ iştirak ediyoruz.

Öğretide ürüne ilişkin sorumluluk; tasarım hatası, üretim hatası ve bilgilendirmede hata olarak sınıflandırılmıştır.³⁰² Ürünün piyasaya sunulmasından sonra ortaya çıkabilecek hatalar için ise ürün gözleme hatasından bahsedilmiştir.³⁰³ Bu kapsamda YZ sistemlerinde belirtilen şekilde bir ürün hatası olması durumunda üreticilerin sorumluluğu gündeme gelecektir. Ürün hatalarını tıbbi YZ açısından değerlendirdiğimizde tasarım ve üretim hataları ile ürün gözleme hatası açısından, bu sistemleri kullanacak olan sağlık merkezi ve hekimler tarafından gerekli kullanım öncesi kontroller ile kullanım süresince bakım takibi konusunda ihmal gösterilmesi durumlarında, olası bir zarardan üretici ile birlikte sorumlu olacaklarını söyleyebiliriz.

Görüldüğü üzere YZ'nin hukuki statüsüne dair düzenleme olmayışı ve çok paydaşlı bir alan olması nedeniyle tıbbi YZ kullanımından doğan zararlara ilişkin sorumluluk rejiminde tam bir netlik bulunmamaktadır. Bu sorunun çözülmesi için tıbbi YZ kullanımındaki paydaşların sigorta şirketleri ile işbirliği yaparak bir risk havuzu oluşturabileceğı belirtilmektedir.³⁰⁴ Üstelik bu sistem kusur tespiti gerektirmemesi yönüyle mağdurların taleplerini daha kolay iletmesini sağlayacağı gibi hekim, sağlık merkezleri ve ürün geliştiricileri gibi aktörler açısından kusursuz sorumluluğun getirebileceğı ağır ekonomik etkileri de hafifletecektir.³⁰⁵ Diğer yandan hekim ile sağlık merkezlerinin kusur ve kusursuz sorumluluk halleri ile ürün güvenliğine ilişkin mevzuatta tıbbi YZ kullanımı gözetilecek şekilde güncellemeler yapılmasının yeterli olacağı, YZ'nin otonomi derecesinde bir artış olması halinde ise tehlike sorumluluğu ile zorunlu sigorta öngörülmesi şeklinde

³⁰⁰ Aldemir Toprak, s.216.

³⁰¹ Aldemir Toprak, s.217.

³⁰² Dikici ve Şahin, "Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk", s.40; Maliha vd., "Artificial Intelligence and Liability in Medicine, s.633: Balancing Safety and Innovation"; Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.221.

³⁰³ Aldemir Toprak, s.221.

³⁰⁴ Maliha vd., "Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation", s.637.

³⁰⁵ Dikici ve Şahin, "Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk", s.42.

düzenlemeler yapılabileceği ifade edilmektedir.³⁰⁶ YZ'ye kişilik tanıma suretiyle otonom YZ araçlarının sorumlu tutulması fikri, YZ'nin bir mülkiyeti olmaması nedeniyle zararın tazmini konusunda sorun oluşacağı gerekçesi ile haklı şekilde eleştirilmektedir.³⁰⁷ Mevcut sorumluluk rejimlerinde YZ ile ilişkili güncelleme yapılması görüşünü destekleyeceğini düşündüğümüz bir başka görüşte ise YZ faaliyetlerine ilişkin olarak bir elektronik kayıt toplama sistemi geliştirilmesi ve YZ'nin her işlemine ilişkin adımların geriye dönük olarak tespiti ile sorumluluğun kimlere dağıtılması gerektiği anlaşılabilecektir.³⁰⁸ Ancak bu görüşün uygulanabilmesi için öncelikle YZ'nin opaklığı sorununun tamamen çözülmesi gerektiği kanaatindeyiz.

Etik ve hukuki problemler kapsamında YZ'nin opaklığına bağlı bir başka sorun; hekimin ve hastaların, tıbbi süreçlerde YZ sistemlerin kararlarını anlamalarını ve bunlara güvenmelerini zorlaştırmasıdır.³⁰⁹ Örneğin YSA ile mamografi değerlendirme ve teşhisinde, sisteme sağlanan veriler ile çıkan sonuç yani karar arasındaki bağlantıya, teşhise götüren nedenlerle ilgili bilgiler çok kısıtlıdır.³¹⁰ Bu nedenle hasta, bu sistemin teşhis kararına ve buna göre uygulanacak olan tedaviye onam verebilmesi için yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünebilir. Benzer şekilde hekim de bu algoritmanın kararının dayanaklarını ve hastaya ait veriler ile algoritmanın teşhisi arasındaki ilişkiyi yeterince göremediği için, algoritma kararını teşhis ve tedavi süreçlerinde kullanmakta tereddüt edebilir.³¹¹ Çünkü her ne kadar YZ sistemleri sağlık alanında oldukça yaygınlaşmış olsa da hâlen hekim gözetiminde kullanılmaktadır ve nihai karar, dolayısıyla karara bağlı sorumluluk da hekime ait olmaktadır. Hekim, algoritmanın kararına güvendiğinde bu karara bağlı olası bir problemin sorumluluğunu almış olacağından öncelikle algoritmanın sonuca ulaşma şeklinde bir problem olup olmadığını kontrol etmek isteyecektir.

³⁰⁶ Aldemir Toprak, *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*, s.265-266.

³⁰⁷ Aldemir Toprak, s.262; Dikici ve Şahin, “Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk”, s.42.

³⁰⁸ Dikici ve Şahin, s.42.

³⁰⁹ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare.*, s.22.

³¹⁰ Ayer, Chen ve Burnside, “Artificial Neural Networks in Mammography Interpretation and Diagnostic Decision Making”, s.8.

³¹¹ Sam Baron, Andrew J. Latham ve Somogy Varga, “Explainable AI and Stakes in Medicine: A User Study”, *Artificial Intelligence* 340 (Mart 2025), s.2, <https://doi.org/10.1016/j.artint.2025.104282> (Erişim Tarihi: 19 Nisan 2025).

Hastalar yönünden ise YZ kararlarının açıklanabilir olması; hastanın bu karara uygun teşhis veya tedaviyi kabul etme ihtimalini artırabileceği gibi aslında bu durum hastadan bilgilendirilmiş onam alınabilmesi için de bir zorunluluktur.³¹² Dolayısıyla YZ'nin opaklığı nedeniyle bazı durumlarda hastadan YZ kullanımına ilişkin olarak alınan bilgilendirilmiş onamın geçersizliği ile karşılaşılabilir. Bunun sonucunda da hekim, hastaya müdahale esnasında komplikasyon olarak adlandırılan öngörülebilir ancak önlenemez risklerden de sorumlu hale gelebilir. Çünkü ulusal mevzuatımız kapsamında hastaya bilgilendirme yapılmaması, hastanın komplikasyonun varlığı karşısında tedaviyi reddetme seçeneğini ortadan kaldırmak olarak değerlendirilmekte ve hekim normalde sorumlu tutulmayacağı bir komplikasyondan, bilgilendirme yükümlülüğünü ihmal etmesi nedeniyle sorumlu olmaktadır.³¹³ Hasta haklarının korunması açısından bilgilendirilmiş onamın geçerli kabul edilmesi için YZ kararlarının açıklanabilir olması gereklidir. Çünkü hasta karar vermeden önce müdahale ve sonuçları hakkında yeterince bilgi sahibi olamadığında bazen büyük riskleri, riskin varlığını dahi bilmeden kabul edebilmektedir. Bu da hastanın karar verme sürecine bir müdahale olduğu gibi hastanın hayatı açısından ciddi risklere neden olabilir.³¹⁴

³¹² Baron, Latham ve Varga, s.3.

³¹³ Bilgilendirme yükümlülüğüne aykırılık hallerinden hekimin sorumlu olacağı, Yargıtay 3. Hukuk Dairesi, E. 2023/2156 K. 2024/214 T. 17.01.2024 kararında da belirtilmiştir: "Somut olayda, dosyaya kazandırılan Cerrahpaşa Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden oluşan bilirkişi heyeti tarafından düzenlenen 15.03.2022 havale tarihli raporda; davalı hastane tarafından sunulan belgeler arasında anestezi öncesi değerlendirme formu, anestezi uygulanması sırasında tutulan anestezi takip fişi, hastalar için anestezi öncesi bilgilendirme ve aydınlatılmış onam formu bulunmamasına rağmen, hastanın anestezi öncesi değerlendirmesinin yapılmış ve hastanın bilgilendirilmiş olduğu hususunun, davalı anestezi uzmanı Dr. ...'nin cevap dilekçesindeki beyanlarından anlaşıldığı belirtilerek, davacı hastada entübasyonun birkaç kez denenmesine bağlı olarak gelişen hava yolu travmasının bir komplikasyon olduğu ve günümüzde kullanılan anestezi öncesi bilgilendirme ve aydınlatılmış onam formlarında da komplikasyon olarak belirtildiği, oluşan bu komplikasyon hemen fark edilerek, komplikasyon yönetiminin doğru olarak yapıldığı, sonuç olarak davalıların davranış ve uygulamaları nedeniyle davalı hekimlere atfı kabil kusur bulunmadığı yönünde görüş bildirilmiş ise de, davacının ameliyat öncesi değerlendirme raporu tutulmadığı ve bilgilendirme onamı bulunmadığı, yemek borusunun delindiğinin gizlenmesi nedeniyle sevk edildiği hastanede kendisine gerekli müdahalelerde bulunulamadığı yönündeki beyanları değerlendirildiğinde, hastanın olası risk ve komplikasyonlar konusunda somut ve yeterli bir şekilde aydınlatıldığının mevcut belgelerle davalılar tarafından ispatlanamadığı, davacıya hasta hakları yönetmeliği ve etik ilkelere göre spesifik bilgilerin verilip verilmediği konusunda ispatın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Davalıların ameliyat öncesi muhtemelen hasıl olabilecek sonuç ve komplikasyonlar hakkında hastasını bilgilendirmeleri bir zorunluluk olup, dosyaya ibraz edilen bir onam belgesi de bulunmadığından, İlk Derece Mahkemesince davalıların sorumlu olduğu kabul edilerek, hasıl olacak sonuca uygun bir karar verilmesi gerekirken yazılı şekilde hüküm kurulması usul ve yasaya aykırı olup, bozmayı gerektirir." (<https://www.dejure.ai/search> adresinden erişilmiştir, Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2025)

³¹⁴ Baron, Latham ve Varga, "Explainable AI and Stakes in Medicine: A User Study" s.4.

Tüm bu riskler değerlendirildiğinde sağlık alanında, insanların hayatı ve vücut bütünlüğü söz konusu olduğu için, YZ sistemleri etkin bir şekilde kullanılacaksa bu sistemlerin dikkate alınacak olan kararlarının hangi süreçlerle oluştuğunun anlaşılabilirliği gereklidir.³¹⁵ Bu konuda oluşan risklerin giderilmesi adına tavsiyeler içeren bir akademik çalışmada hem YZ modelinin kayıtlı ve takip edilebilir olması hem de kararlarının açıklanabilir olması gerektiği ifade edilmiştir. Modelin kayıtlı olmasının “YZ pasaportu” gibi bir yöntemle sağlanabileceği, algoritmaların takip edilebilmesi için gereken izlenebilirlik araçlarının oluşturulması, kullanıcıların karara giden süreçleri anlayabilmesi için açıklanabilirlik sağlayan araçların tasarıma dahil edilmesi, bu modellerin uygunluk sertifikası alabilmek için açıklanabilirlik ve izlenebilirlik koşullarını taşıma zorunluluğu getirilmesi bu tavsiyeler arasındadır.³¹⁶ Başka bir çalışmada ise izlenebilirlik unsuru, algoritmik gözetim adıyla ifade edilmiş ve algoritmanın olumsuz etkilerinin izlenmesi, anlaşılması ve önlenmesinin etik açıdan bir zorunluluk olduğu söylenmiştir.³¹⁷ Tüm bu tavsiyelerin asıl amacı, özellikle hassas bir alan olan sağlık sektöründe kullandığımız YZ araçlarının yöntemini anlamak ve olası zararları önleyebilmektir.

Açıklanabilir YZ sayesinde modelin karar verme sürecinde hangi unsurların etkili olduğunun anlaşılması mümkün olabilir.³¹⁸ Ayrıca bazı genel amaçlı YZ modelleri bakımından çıktıya ilişkin düşünme sürecini açıklama özelliği getirilmiş ve böylece model tarafından başvuru kaynakları linkleri gösterilerek şeffaflık sağlanmaya çalışılmıştır.³¹⁹ Açıklanabilirlik sağlayan bu sistemlerin sağlık alanında kullanılması temelde üç yönden fayda sağlar; modelin çıktıya giderken izlediği yolun klinik uzmanlar tarafından denetlenmesi ve uygun olmayan yolların kullanılıp kullanılmadığının anlaşılması, klinik uzmanların karar verme süreçleri hakkında meslektaşlarına ve hastalarına açıklama yapabilecek olması ve dolayısıyla insanların açıklama beklentilerinin karşılanması,

³¹⁵ Andreas Holzinger vd., “Causability and Explainability of Artificial Intelligence in Medicine”, *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 9, sy 4 (Temmuz 2019), s.3, <https://doi.org/10.1002/widm.1312> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

³¹⁶ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.22-23.

³¹⁷ Özcan, “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı”, s.74.

³¹⁸ Norori vd., “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care”, s.6.

³¹⁹ Bir genel amaçlı YZ modeli olan Claude’ın düşünme sürecinin gösterildiği yeni bir sürümün tanıtımına ilişkin yazısı için bkz. <https://www.anthropic.com/research/visible-extended-thinking> (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2025)

modelin karara ulaşma sürecinin anlaşılması ile buradan elde edilecek bilginin yeni araştırmalarda kullanılması.³²⁰ Bu aynı zamanda bilgilendirilmiş onam gereken durumlarda hekimin hastasına daha geniş ve doğru bilgilendirme yapabilecek olmasını da ifade eder. Daha çok bilgi sahibi olan hastaların güvenlik endişelerinin azalabileceğini de gösterir.

3.5. Sağlık Çalışanlarının YZ Sistemlerine Uyumu

YZ uygulamaları her alanda büyük kolaylıklar getirmekle birlikte kullanım itibarıyla teknik bilgi gerektirmektedir. Sağlık alanında kullanılacak YZ araçları bakımından da sağlık çalışanlarının yeterli teknik bilgiye sahip olması son derece önemlidir. Ancak mevcut tıp eğitimlerinin YZ ile yeterince uyumlaştırılmamış olması, sağlıkta YZ kullanımında insan kaynaklı hata ihtimalini artırmaktadır. Bu konuda Birleşik Krallık'ta yapılan bir çalışmada 19 tıp fakültesinden 484 öğrencinin katıldığı ankette öğrencilerin hiçbirinin zorunlu müfredat kapsamında YZ eğitimi almadığı tespit edilmiştir. Avrupa Birliği'nde yapılan benzer bir çalışmada da yine benzer sonuçlar elde edilmiştir.³²¹ Bu istatistikler sağlıkta YZ kullanımı adına oldukça endişe vericidir. Çünkü YZ araçları doğru kullanımında sağlık hizmetlerinde her ne kadar fayda sağlıyorsa da hatalı kullanımlarda hayati tehlikeler dahil olmak üzere çok ciddi riskler taşır.³²²

Sağlık alanındaki YZ uygulamalarının yanlış kullanımı halinde oluşabilecek ciddi riskler nedeniyle sağlık çalışanlarının tıbbi YZ uygulamalarını kullanmadan önce yeniden eğitim almaları gerekebilir.³²³ Gerçekten de YZ teknolojilerinin kullanılması teknik bilgi gerektirdiğinden, daha önce bu hususta eğitim almayan hekimlerin yeniden bir eğitim süreci geçirerek teknik bilgi sahibi olması uygun olacaktır. Eğitimin yanı sıra sağlık alanında YZ kullanımı arttıkça hekimlerin geleneksel teşhis ve tedavi yöntemlerine YZ araçlarını dahil ederek kendilerini bu yeni teknolojilere adapte etmeleri gerekmektedir.³²⁴ Hatta bu uyum sorunu nedeniyle oluşabilecek risklerin önlenmesi adına, robotik cerrahi gibi sistemlerin kullanılabilmesi için sertifika veya ehliyet niteliğinde bir yeterlilik koşulu

³²⁰ Aniek F. Markus, Jan A. Kors ve Peter R. Rijnbeek, "The Role of Explainability in Creating Trustworthy Artificial Intelligence for Health Care: A Comprehensive Survey of the Terminology, Design Choices, and Evaluation Strategies", *Journal of Biomedical Informatics* 113 (Ocak 2021), s.4, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103655> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

³²¹ Lekadir vd., *Artificial Intelligence in Healthcare*, s.18.

³²² Lekadir vd., s.17.

³²³ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2021, s.2.

³²⁴ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.8.

aranması gerektiği ifade edilmektedir.³²⁵ Teknik bilginin önemini vurgulamak adına bir başka çalışmada robotik cerrahinin yaygınlaşmasının önündeki engellerden birinin cerrahlar için eğitim sistemlerindeki eksiklikler olduğu belirtilmiştir.³²⁶

Robotik cerrahinin kullanımı açısından uyum noktasında değinilmesi gereken sorunlardan biri de cerrahın robotik kol ile yaptığı işlemlerde dokuyu hissedememesine bağlı hataların meydana gelebilmesi ihtimalidir. Cerrahın doku gerginliğini robotik kol ile yaptığı işlemde dahi anlayacak bilgi ve tecrübeye sahip olmaması komplikasyon riskini doğurabilir.³²⁷ Ayrıca robotik cerrahi kullanımında, cerrahın yalnızca kamera açısını görebilmesi nedeniyle kameranın görmediği bir bölgede gelişebilecek komplikasyonun cerrah tarafından daha geç fark edilmesi gibi bir risk de mevcuttur. Yine ameliyat sırasında cihazın teknik hata vermesi hâlinde normal cerrahiye dönülerek operasyona devam edilmesi gerektiğinde bu cihazların çıkarılması ve normal cerrahiye dönüş süresi, hasta açısından risk teşkil edebilir.³²⁸ Bu nedenle böyle bir senaryo operasyon öncesinde öngörülmesi ve sürecin hasta zarar görmeden tamamlanması için gereken önlemler alınmalıdır.

Bu konuda son olarak sağlık çalışanları açısından YZ araçlarının patolojik tanılarının konulması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmasının, hekimlerin bu konudaki becerilerinin körelmesi gibi olumsuz sonuçlara yol açabileceğinden bahsedebiliriz. Ancak belirtmek gerekir ki böyle bir riski olsa dahi YZ araçlarının kullanılması ile hekimler daha zor ve önemli konular için ayıracak daha çok zaman kazanmaktadırlar.³²⁹

3.6. İnsan-Makine Etkileşimi ve Güven

YZ kullanımında göz ardı edilmemesi gereken unsurlardan bir diğeri gerek sağlık çalışanlarının gerekse hastaların makine ile yani YZ sistemleri ile etkileşimidir. Öncelikle hekimin YZ aracılığıyla yapacağı tıbbi değerlendirme ve müdahaleler açısından düşünecek olursak; hekimin YZ kararı ile birlikte mevcut verileri değerlendirirken bu kararda bulunan hataları fark etmesi zorlaşacaktır.³³⁰ Yine YZ kullanımı halinde hekim, hastaya ait veriler

³²⁵ Şahinli, “Robotik Cerrahide Hekimin Cezai Sorumluluğu”, s.30.

³²⁶ Hashizume ve Tsugawa, “Robotic Surgery and Cancer”, s.235.

³²⁷ Şahinli, “Robotik Cerrahide Hekimin Cezai Sorumluluğu”, s.30.

³²⁸ Şahinli, s.31.

³²⁹ Keleş, “Tıpta Yapay Zekâ Uygulamaları”, s.607.

³³⁰ Yu, Beam, ve Kohane, “Artificial Intelligence in Healthcare”, s.728.

üzerinde YZ tarafından üretilen sonuçları değerlendireceğinden hasta ile birebir iletişimden ziyade makine tarafından üretilen terimler üzerinden tıbbi değerlendirme sürecini tamamlar. Bu durum da hekimin sözlü olmayan sezgisel anlayışını, tıbbi değerlendirme aşamasında kullanamaması gibi bir soruna neden olabilir.³³¹ Elbette bu aynı zamanda hekim-hasta arasındaki ilişkinin bozulması riskini de barındırmaktadır.³³² Bu durum hasta açısından risk teşkil etmektedir. YZ kullanılması ile yalnızca insan değerlendirmesine göre daha verimli sonuç alınabilir ancak yüz yüze iletişimin azalması nedeniyle hastanın aldığı hizmetin kalitesi olumsuz etkilenebilir.³³³ İletişim eksikliğinin sorun olarak karşımıza çıktığı bir başka durum tele-tıp uygulamalarıdır. Uzaktan tedavi yapılmasına imkân sağlayan tele-tıp uygulamalarında, çoğunlukla YZ uygulamalarından ve robotik cerrahiden faydalanılmaktadır. Her ne kadar uygulama pek çok yönden avantaj sağlıyor olsa da yüz yüze iletişime kıyasla hekim-hasta ilişkisinde bazı eksiklikler yaşanması söz konusu olabilmektedir.³³⁴

Hastalar açısından sağlık hizmeti alınması sırasında, var olan hastalık veya şikâyetin getirdiği bazı duygular, hasta açısından neredeyse hastalığın kendisi kadar önemlidir. Örneğin hasta durumunun hayati bir risk taşıdığını düşündüğü için büyük bir korku içinde olabilir veya yaptırmış olduğu bir tetkik sonucuna dair derin bir kaygı duyabilir. Bu anlarda hasta için uygulanacak tıbbi müdahale elbette çok önemlidir. Ancak hastanın aynı zamanda empati ile yaklaşılmaya, duygularının anlaşıldığını hissetmeye ve hatta teskin edilmeye ihtiyacı vardır. Zaten sağlık hizmetinin verilmesi sırasında hekimler ve diğer sağlık çalışanları çoğunlukla bu konularda hastaya ihtiyaç duyduğu bu insani desteği sağlamaktadır. Ancak hasta, yaşadığı bir sağlık sorununun teşhisi veya tedavisi için YZ ile karşı karşıya olduğunda, makinenin daha verimli sonuçlara ulaşmakta katkı sunacağını bilse dahi bu süreçteki duygularının anlaşılmamasından dolayı güvensizlik yaşayabilir.³³⁵ Dolayısıyla YZ kullanımının hastanın duygusal ihtiyaçlarını cevapsız bırakmasının, hasta

³³¹ Brent Mittelstadt, “The Impact of Artificial Intelligence on the Doctor - Patient Relationship” (Strasbourg: Council of Europe, Aralık 2021), s.6, <https://rm.coe.int/inf-2022-5-report-impact-of-ai-on-doctor-patient-relations-e/1680a68859> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

³³² Yu, Beam ve Kohane, “Artificial Intelligence in Healthcare”, s.728.

³³³ Mittelstadt, “The Impact of Artificial Intelligence on the Doctor - Patient Relationship”, s.4.

³³⁴ Baş, “Sağlık Sektöründe Tele-Tıp ve Uygulamaları”, s.84.

³³⁵ Hoşgör ve Güngördü, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanım Alanları Üzerine Nitel Bir Araştırma”, s.397.

üzerinde olumsuz etki bırakabileceğini ve bu sebeple hastanın YZ sistemlerini kullanmaktan çekinebileceğini başka bir risk olarak ifade edebiliriz.

DSÖ tarafından sağlıkta büyük dil modellerinin kullanılması hakkında yapılan değerlendirmelerde; bu sistemlerin hastaların tek başına kullanıma açık olduğu, insanların başka seçenekleri olmadığı durumlarda bu araçların sonuçlarına sorgulamadan güvenebilecekleri, bunun sonucunda ise insan-insan etkileşimi olmadığından hastanın destekleyici bakımdan mahrum kalacağı, nihayetinde bu uygulamaların yaygınlaşması ile sağlık hizmetlerinin insansızlaştırılması endişelerinin doğacağı belirtilmiştir.³³⁶ Sağlık hizmeti almak isteyen hastaların insan desteği olmadan büyük dil modelleri ile çözüm aramaları halinde destekleyici bakımın eksikliği hastalar açısından intihar riskini dahi doğurabilir. Hatta bu risk yalnızca sağlık hizmeti alınması için büyük dil modelleri ile kurulan iletişimde değil bu modeller ile herhangi bir amaçla etkileşimin dahi bir sonucu olabilir. Nitekim Belçika’da yaşanan örnekte altı hafta boyunca bir sohbet robotu ile konuşan bir kişi intihar etmiştir.³³⁷

İnsan-makine etkileşimine dair endişeler ve bu endişelerin haklılığını yansıtan örnekler, sağlıkta YZ kullanılmasında destekleyici bakımın eksik kalmaması ve diğer endişelerin bertaraf edilebilmesi amacıyla insan faktörünün gerekliliğini ortaya koymuştur. Sağlıkta YZ kullanımı hakkındaki bir çalışmada da benzer yönde değerlendirmeler yapılarak YZ tarafından kullanılan verilerin haricinde hastanın şikayetlerine ve toplanan verilere ilişkin bağlamın da değerlendirilmesi gerektiği ve bu hususta insan doktorların sürece dahil edilmesinin gerekli olduğu söylenmiştir.³³⁸

3.7. Diğer Riskler

Şimdiye kadar sağlıkta YZ kullanımının mevcut ve potansiyel risklerini belirli bir kategorizasyon altında ifade etmeye çalıştık. Bunların haricinde YZ’nin ve YZ destekli robotik cerrahi cihazların yüksek maliyetli olmasına bağlı olarak bunların erişilebilirliğine bağlı risklere değinmemiz gerekir. Örneğin tele-tıp yöntemleri, sosyal ve ekonomik açıdan dezavantajlı bölgelerde yaşayan hastaların daha kaliteli sağlık hizmetine erişmesini

³³⁶ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, 2024, s.14-15.

³³⁷ *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*, s.14.

³³⁸ Andreas Holzinger vd., “Causability and Explainability of Artificial Intelligence in Medicine”, s.2.

sağlayabilir. Ancak robotik cerrahinin yüksek maliyetleri ve buna bağlı olarak dezavantajlı bölgelerdeki hastanelerde bu cihazların bulunmasının zorluğundan dolayı buralarda yaşayan hastaların yeni teknolojilere erişimi sınırlı olacaktır.³³⁹

YZ'nin yaygınlaşması ile birlikte dünya nüfusu genelinde ortaya çıkan bir endişe olan YZ yüzünden işsiz kalma korkusu, sağlık çalışanları açısından da geçerlidir. Bu konuda Suudi Arabistan'da hekim, hemşire ve teknisyenlerin katıldığı bir çalışmada, katılımcıların dörtte üçünden fazlasının YZ'nin gelecekte yerlerini almasından kaygılı oldukları ortaya çıkmıştır.³⁴⁰ Ancak robotların sağlık çalışanlarının yerini almasına ilişkin gerçekliğe dayalı değerlendirmeler henüz sınırlıdır.³⁴¹

Bu bölümde bahsettiğimiz risklerin ciddi etkileri oluşabilecek olmakla birlikte yapılması gerekenin riskleri azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için belirtilen öneri ve tedbirler çerçevesinde çaba gösterilmesi olduğu kanaatindeyiz. Böylesi bir yaklaşım ile YZ'nin risklerini minimize edip faydalarından maksimum düzeyde verim elde etmek mümkün olabilir. Çünkü distopik senaryolar ile yalnızca kaygıları beslemek, işlevsel sonuçlar doğurmaktan oldukça uzaktır.

Bu bölümde sağlık sektöründe YZ araçlarının kullanılmasına bağlı mevcut ve potansiyel riskleri literatürde verilmiş örnekler ile açıklayarak bu risklere dair bir farkındalık sağlamayı amaçladık. Sonrasında bu risklere ilişkin olarak birtakım önerileri, akademik çalışmalardan ve çeşitli teknoloji firmalarının açıklamalarından derleyerek açıkladık. Çalışmamızın ana konusu sağlıkta YZ kullanılmasının risk temelli yaklaşım bağlamında ele alınması olduğundan riskleri açıkladıktan sonra YZ hakkındaki regülasyonları değerlendireceğiz. Bir sonraki bölümde başta risk temelli bir regülasyon olan Avrupa Birliği YZ Yasası olmak üzere YZ ile ilgili ve özellikle sağlık alanındaki YZ kullanımları ile ilgili yasa ve düzenleyici metinleri ele alacağız.

³³⁹ Saceanu vd., “Telesurgery and Robotic Surgery”, s.1.

³⁴⁰ Hoşgör ve Güngördü, “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanım Alanları Üzerine Nitel Bir Araştırma”, s.397.

³⁴¹ Yu, Beam ve Kohane, “Artificial Intelligence in Healthcare”, s.728.

4. SAĞLIKTA YZ KULLANIMINA İLİŞKİN REGÜLASYONLAR: RİSK TEMELLİ YAKLAŞIM

Regülasyon kelimesi sözlükte “düzenleme” olarak ifade edilmektedir.³⁴² Kavram olarak ise öğretide farklı şekillerde tanımlanmış olmakla birlikte bu tanımların³⁴³ ortak noktalarını dikkate alarak regülasyonu; bir alanın kurallar ile düzenlenmesi ve bu düzenlemelere uygunluğun denetlenmesi, kontrol edilmesi olarak ifade edebiliriz. Bizim bu çalışmada kullanacağımız regülasyon kavramı da YZ alanında getirilen birtakım hukuki kuralları ve düzenleyici ilkeleri ifade ederken kullanılacaktır.

YZ alanındaki çalışmalar henüz son sınırına ulaşmamış olup çok hızlı bir şekilde yeni gelişmeler hayatımıza girmektedir. Bu alandaki düzenlemeler açısından genellikle kural odaklı yaklaşımın karşısında konumlandırılan “risk temelli yaklaşım” benimsenmiştir.³⁴⁴ Risk temelli yaklaşım ile ifade edilmek istenen YZ sistemlerine uygulanacak olan kuralların, bu sistemlerin taşıdığı risklerin büyüklüğüne göre düzenlenmesidir.³⁴⁵ Yani bir YZ sisteminin taşıdığı risk ne kadar büyükse getirilen kural ve kısıtlamalar da o nispette ağır olacaktır. YZ alanında yapılmış ilk kapsamlı regülasyon olan AB YZ Yasası da risk temelli bir yaklaşımla YZ kullanımına ilişkin düzenlemeler getirmiştir.

YZ sistemlerinin taşıdığı riskler ve ortaya çıkabilecek zararlar düşünüldüğünde devletlerin YZ’ye karşı vatandaşlarını koruyabilecek yasal düzenlemeler yapması, AIHS kapsamında devletin vatandaşını koruması adına pozitif bir yükümlülük olarak değerlendirilebilir.³⁴⁶ Ancak pek çok devletin, uluslararası kurum ve örgütlerin YZ’nin regülasyonu için düzenlemeler yapmasının, bazı kural ve ilkeler açıklamasının tek nedeni bu yükümlülük değildir. Nitekim bizim de katıldığımız bir sınıflandırmaya göre YZ alanında regülasyon yapılmasına ilişkin motivasyonlar şunlardır: dünya genelinde önemli bir kaynak olan YZ’nin kontrol altına alınması, teknoloji şirketlerinin gücünün kurallar ile denetim altında tutulmak istenmesi, YZ sistemlerinin taşıdığı riskler nedeniyle ortaya çıkabilecek zararların

³⁴² Güncel Türkçe Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025)

³⁴³ Çamkerten, *Yapay Zekanın Regülasyonu*, s.35-36.

³⁴⁴ Osman Gazi Güçlütürk, “Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü”, içinde *Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış*, KVKK Yayınları 64 (Ankara: Adalet Yayınevi, 2025), s.152, <https://kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

³⁴⁵ Çamkerten, *Yapay Zekanın Regülasyonu*, s.49.

³⁴⁶ Çamkerten, s.66.

önlenmesi.³⁴⁷ Tüm bu sebepler gözetilerek bu başlık altında YZ alanında yapılan regülasyon çalışmaları ve benimsenen genel kural ve ilkeler incelenecektir.

4.1. Avrupa Birliği: 2024 Yapay Zekâ Yasası (EU AI Act)

4.1.1. Tarihsel Süreç

YZ alanındaki teknolojik gelişmeler daha ziyade Çin ve ABD öncülüğünde ilerlerken Avrupa Birliği bu gelişmelere ilişkin yasal düzenlemelerin yapılmasında ilk harekete geçenlerden biri olmuş ve bu alanda AB sınırlarındaki kullanımlar için bağlayıcı hükümler getiren ilk metin olan AB YZ Yasası'nı ilan etmiştir. Ancak AB YZ Yasası'nın ortaya çıkmasından önce de AB'de YZ kullanımını düzenlemek üzere çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

İlk olarak Avrupa Konseyi, Ekim 2017'de Avrupa Komisyonu'ndan bir YZ yaklaşımı sunmasını, YZ gelişmeleri karşısında dijital haklar ve etik standartların oluşturulmasını istemiştir. Bunun üzerine Avrupa Komisyonu 2018'de YZ Üst Düzey Uzman Grubu'nu kurmuş olup bu grup YZ için etik ilkeleri ortaya koyan taslaklar, YZ alanında politika ve yatırımlara ilişkin raporlar hazırlamıştır. Aynı zamanda Norveç ve AB üye ülkeleri ile birlikte bir YZ Üzerine İşbirliği Bildirgesi imzalanmıştır.³⁴⁸ 2019 Nisan ayında ise AB, "Güvenilir YZ İçin Etik Kılavuzu" ve "İnsan Merkezli Yapay Zekada Güven İnşası" belgelerini yayınlamıştır.³⁴⁹ Güvenilir YZ İçin Etik Kılavuzu'nun en önemli bölümünün güvenilir YZ için öngörülen yedi şartın belirtildiği kısım olduğu ifade edilmekte olup bu yedi nitelik şu şekilde sayılmıştır: "*insan temsili ve gözetimi, teknik sağlamlık ve güvenlik, gizlilik ve veri yönetişimi, şeffaflık, çeşitlilik adalet ve ayrımcılık yapmama, çevre dostu olma ve toplumsal refah, hesap verilebilirlik*".³⁵⁰

³⁴⁷ Şafak Etike, "Yapay Zekayı İnsan ve Kamusal Yarar İçin Çalıştırmak: ABD ve AB Politika Belgelerinin Önerileri", *Memleket Siyaset Yönetim* 18, sy 39 (26 Haziran 2023), s. 228, <https://doi.org/10.56524/msydergi.1301819> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

³⁴⁸ Celso Cancela-Outeda, "The EU's AI Act: A Framework for Collaborative Governance", *Internet of Things* 27 (Ekim 2024), s.4, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101291> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

³⁴⁹ Salih Karadeniz, "Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu'nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi", *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 29, sy 1 (31 Ocak 2025), s.311, <https://doi.org/10.34246/ahbvuhfd.1541455> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

³⁵⁰ Gülel, *Hukuki Açıdan Yapay Zekâ*, s.60.

Tüm bu çalışmaların sonrasında 2020 yılına gelindiğinde Avrupa Komisyonu, YZ Üzerine Beyaz Kitap ve Avrupa Veri Stratejisini yayınlamıştır. Bu belgeler, YZ'nin ve YZ sistemlerinin gelişimi için verinin ekonomik önemini vurgulamış ve aynı zamanda Avrupa'nın dijital stratejisine dair ilk çerçeveyi çizmiştir.³⁵¹

AB YZ Yasası'na ilişkin ilk öneri metni 21 Nisan 2021'de Avrupa Komisyonu tarafından sunulmuş ve 9 Aralık 2023'te Avrupa Parlamentosu ile Avrupa Konseyi arasında anlaşma sağlanmıştır. Yapılan düzenlemeler ve onaylar sonrasında metnin son hali 19 Nisan 2024'te yayınlanmıştır. Ardından Avrupa Konseyi tarafından 21 Mayıs 2024 tarihinde kabul edilen yasa, 12 Temmuz 2024'te AB Resmî Gazetesi'nde yayınlanarak yayın tarihinden yirmi gün sonra yürürlüğe girmiştir.³⁵² Ancak uygulama açısından kademeli bir geçiş öngörülmüş olup genel amaçlı YZ sistemlerinin sağlayıcıları için 12 ay, üye devletlerin düzenleyici denetim alanı (kum havuzları) oluşturması için 24 ay, yüksek riskli YZ'ler için 36 ay içinde yasada öngörülen yükümlülüklerin tamamlanması gerekmektedir.³⁵³

AB YZ Yasası, YZ kullanımı için her bir risk kategorisine uygun olarak getirilen yükümlülükleri ve bunlara uyulmaması halinde uygulanacak yaptırımları belirlemektedir. Buna ek olarak YZ kullanımından doğan zararlardan dolayı sorumluluk rejiminin belirlenmesi için Eylül 2022'de Yapay Zekâ Sorumluluk Direktifi Teklifi sunulmuştur. AB YZ yasasının kabulü sonrasında, YZ Sorumluluk Direktifi teklifindeki kavramlar, yasadaki kavramlar ile uyumlu hale getirilmiştir.³⁵⁴ Ancak bu teklif Avrupa Komisyonu tarafından öngörülebilir bir anlaşmaya varılamaması nedeniyle geri çekilmiştir.³⁵⁵

³⁵¹ Cancela-Outeda, "The EU's AI Act", s.4.

³⁵² Karadeniz, "Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu'nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi", s.312-313; Dönmez, "Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası", s. 961.

³⁵³ Anca Parmena Olimid, "Legal Analysis Of EU Artificial Intelligence Act (2024): Insights From Personal Data Governance And Health Policy", *Access to Justice in Eastern Europe* 7, sy 4 (15 Kasım 2024), s.3, <https://doi.org/10.33327/AJEE-18-7.4-a000103> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

³⁵⁴ Çamkerten, *Yapay Zekânın Regülasyonu*, s.60.

³⁵⁵ European Parliament, "AI Liability Directive | Legislative Train Schedule", European Parliament, <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-legal-affairs-juri/file-ai-liability-directive> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

4.1.2. Amaç, Kapsam ve Temel İlkeler

4.1.2.1. Amaç

AB YZ Yasası'nın amaçları ilk madde ile belirtilmiştir. Bu amaçlar; *“iç pazarın işleyişini iyileştirmek ve insan merkezli, güvenilir YZ'nin benimsenmesini teşvik etmek, Birlik içerisinde AB Temel Haklar Şartı'nda yer alan sağlık, güvenlik, temel haklar için yüksek koruma sağlarken aynı zamanda demokrasiyi, hukuk devletini ve çevreyi YZ sistemlerinin zararlı etkilerine karşı korumak ve inovasyonu desteklemek”* olarak ifade edilmiştir. Bu maddede YZ'nin zararlı etkilerine karşı bir koruma sağlanması ile inovasyonun desteklenmesi birlikte zikredilerek yasanın, teknolojik gelişimin önüne set çekmek gibi bir hedefi olmadığı gösterilmiştir.

4.1.2.2. Kapsam

Uygulama alanı olarak AB YZ Yasası'nın AB sınırları içerisindeki tüm hak ihlalleri bakımından geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü yasanın ikinci maddesinde; AB içerisinde YZ sistemleri ile genel amaçlı YZ modellerini piyasaya arz eden veya hizmete sunan sağlayıcılara (bu kişilerin AB içerisinde bulunması önem arz etmeksizin), AB içerisindeki YZ sistemlerini kullananlara, üçüncü bir ülkede bulunan YZ sisteminin ürettiği çıktının AB içerisinde kullanılması hâlinde bu YZ sistemlerinin ithalatçılarına ve dağıtıcılarına, ürünleri ile birlikte kendi ad veya markası adı altında bir YZ sistemini piyasaya arz eden veya hizmete sunan üreticilere, AB içinde kurulu olmayan sağlayıcıların temsilcilerine, AB içinde bulunup etkilenen kişilere uygulanacağı açıklanmıştır.

AB YZ Yasası'nın kapsamının bu denli geniş tutulması, YZ sistemlerinin doğasına uygun bir tutumdur. Dünyanın farklı ülkeleri tarafından üretilip piyasaya sunulan pek çok YZ aracı, üretildiği ülkenin sınırlarını çok hızlı bir şekilde aşarak dünyanın pek çok yerinde kullanılmaktadır. Örneğin şu anda oldukça popüler olan ve yasa kapsamında genel amaçlı YZ modeli kategorisine giren ChatGPT, DeepSeek, Gemini vb. büyük dil modellerini düşündüğümüzde sadece sağlayıcılarının bulunduğu ülkelerde kullanıldıklarını söylemek mümkün değildir. Dolayısıyla YZ sistemlerinin ya da sadece çıktılarının AB ülkelerinde kullanılması sonucunda verebilecekleri zararların öngörülmesi ve bunların önlenmesi için geniş çaplı bir sorumluluk alanı belirlenmesi yerindedir. Bu yönüyle değerlendirdiğimizde yasanın öneminin, yalnızca alanındaki ilk kapsamlı regülasyon çalışması olmasından değil aynı zamanda çok geniş bir uygulama alanı olmasından

kaynaklandığını görüyoruz. Ayrıca bir başka açıdan değerlendirdiğimizde yasanın kapsam alanının geniş tutulma sebebinin; AB içerisindeki şirketler yasa kapsamında yükümlülüklerle tabi olurken AB dışındaki şirketlerin, bu yükümlülükler olmaksızın yapacakları faaliyetler ile AB pazarında rekabette avantaj elde etmelerinin önlenmesi ve YZ sistemi ile yükümlülük yüklenen aktörlerin yerleşim yerlerini AB dışına taşıyarak bu yükümlülüklerden kurtulmaya çalışmasının önlenmesi olduğunu söylenebilir.³⁵⁶

Yasanın yer bakımından uygulanmasında, AB sınırları içerisinde yer almayan bir YZ sisteminin çıktılarının AB’de kullanılmasının yasa kapsamında değerlendirilmesinde daraltıcı yorum yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Yasanın gerekçesinde yer alan *“sistemin ürettiği çıktının AB’de kullanılmasının hedeflenmesi”* şeklindeki ibarenin de desteklediği üzere yasanın uygulama alanı bulabilmesi için; AB dışındaki sağlayıcının, üretilen YZ çıktılarını tesadüfi olmayacak bir biçimde, bilinçli ve kendi kontrolü altında AB içerisinde kullanıyor olması gerektiği ifade edilmiştir.³⁵⁷ Ancak yasa hükmü bu şekilde yorumlandığında dahi uygulama alanı hâlâ çok geniştir. Örneğin AB dışındaki bir şirket, AB’ye yönelik bir web sitesi içeriğine, AB dışındaki bir YZ sistemini AB dışında kullanarak elde ettiği çıktıları eklediğinde yine yasa kapsamında kalacaktır.³⁵⁸ Bazı durumlarda VPN kullanılmasının, yasanın kapsam alanından bir çıkış yolu sağlayabileceği ifade edilmiştir. Bu hususta verilen örnekte; AB sınırları içerisinde yaşayan ve evden çalışan bir kişinin, çalıştığı şirketin Türkiye’de bulunan sunucusuna VPN ile bağlanması ve bu bağlantı ile YZ sistemlerini kullanması durumunda, veriler Türkiye sınırları içerisinde kalacağından, YZ kullanımının AB sınırları içerisinde değerlendirilmesinin mümkün olmayacağı belirtilmiştir.³⁵⁹

AB YZ Yasası hakkında kapsam değerlendirmesi yaparken göz önünde bulundurmanız gereken iki husus daha vardır. Bunlardan bir tanesi bu yasanın AB üye ülkeleri için bağlayıcılık seviyesidir. Bu hususta AB’nin direktif (directive) olarak yayınladığı metinlerin, üye ülkeler için direktifin düzenleme konusu kapsamında kendi yasal

³⁵⁶ Karadeniz, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu’nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi”, s.317.

³⁵⁷ Gamze Turan Başara, “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 73, sy 4 (11 Mart 2025), s.2998, <https://doi.org/10.33629/auhd.1578021> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

³⁵⁸ Turan Başara, s.2998.

³⁵⁹ Turan Başara, s.2999.

düzenlemelerini yapmaları için yol gösterici nitelikte olduğu belirtilmiştir. Ancak regülasyon (regulation) adı altında yapılan düzenlemelerin AB üye ülkeleri için doğrudan bağlayıcı etkisi olacaktır.³⁶⁰ Bu değerlendirme kapsamında AB YZ Yasası bir “regülasyon” olarak yayınlanmış olduğundan, bunun AB ülkeleri açısından bağlayıcı etki doğuracağını söyleyebiliriz. Nitekim AB YZ Yasası’nın 113. maddesinin son cümlesinde de bu regülasyonun bağlayıcı nitelikte olduğu ve tüm üye ülkelerde doğrudan geçerli olacağı belirtilmiştir.

Kapsam açısından dikkate alınması gereken ikinci husus ise AB regülasyonlarının küresel etki doğurması yani Brüksel Etkisi (Brussels Effect) hakkındaki tartışmalardır. Brüksel Etkisi, AB düzenlemelerinin, AB sınırları dışındaki hukuk sistemlerinde taklit edilmesi yoluyla küresel ölçekte etkili olmasını ifade etmektedir. Bu etki; bazen şirketlerin iş süreçlerini kolaylaştırmak istemesine bağlı olarak bu düzenlemelere kendiliğinden uyum sağlaması ile fiili şekilde olabilirken bazen de AB dışındaki ülkelerin kendi içinde benzer hukuki kurallar getirmesi ile hukuki bir yolla sağlanabilir.³⁶¹ AB YZ Yasası açısından yapılan bazı değerlendirmelerde de yasanın; bu alana ilişkin ilk kapsamlı düzenleme olması hasebiyle YZ kullanımına ilişkin küresel standartları belirleyici bir metin olabileceği, diğer ülkelerin de bu yaklaşımı esas alarak hukuki düzenlemeler yapabilecekleri belirtilmektedir.³⁶² Ancak bunun tam aksine, AB YZ Yasasının Brüksel Etkisi oluşturmayacağını, hatta oluşturmaması gerektiği de ifade edilmektedir. Bu görüşün savunucularından biri olan Ebers; YZ ile bağlantılı risk ve sorunların çok çeşitli olduğu, YZ’nin hangi alanlarda düzenlenmesi gerektiğine dair bir uzlaşma olmadığı, temel değerler ile YZ arasında nasıl bir denge kurulacağı, YZ hakkındaki temel politika tercihlerinin ülkelere göre pek çok farklılıklar barındırdığı, bu yasanın AB’nin diğer mevzuatıyla sıkı bağlantı içerisinde olması ve bu sebeple kendi bağlamı dışına çıkarıldığında anlamını ve

³⁶⁰ Mateo Aboy, Timo Minssen ve Effy Vayena, “Navigating the EU AI Act: Implications for Regulated Digital Medical Products”, *Npj Digital Medicine* 7, sy 1 (06 Eylül 2024), s.1, <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01232-3> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

³⁶¹ Martin Ebers, “Truly Risk-Based Regulation of Artificial Intelligence - How to Implement the EU’s AI Act” (SSRN, 2024), <https://doi.org/10.2139/ssrn.4870387> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

³⁶² Hannah Van Kolschooten ve Janneke Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024): Implications for Healthcare”, *Health Policy* 149 (Kasım 2024), s.1, <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2024.105152> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025); Oskar J. Gstrein, Noman Haleem, ve Andrej Zwitter, “General-Purpose AI Regulation and the European Union AI Act”, *Internet Policy Review* 13, sy 3 (01 Ağustos 2024), s.6, <https://doi.org/10.14763/2024.3.1790> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025); Cancela-Outeda, “The EU’s AI Act”, s.6-7.

işlevselliğini kaybedeceği argümanları ile AB YZ yasası yönünden Brüksel Etkisi oluşmasının muhtemel olmadığını ifade etmektedir.³⁶³ Ebers'in bu görüşü sadece bir öngörü değil aynı zamanda bir temenni belirtmektedir. Zira bu ifadelerinin hemen arkasından AB YZ Yasası'nın neden bir Brüksel Etkisi oluşturmaması gerektiğini ifade etmektedir. Bu ifadelerini ise; ülkelerin sosyal ekonomik, siyasi, hukuki durumlarının farklı olması ve YZ etkilerinin de ülkelere göre değişkenlik göstereceği, bu yasanın etkilerinin henüz gözlemlenmemiş olduğu ve olumsuz sonuçların küresel çapta çoğaltılması riskinin bulunması, farklı düzenlemelere yönelerek bu alanın düzenlenmesinde yeni fikirlere yer açılması gerektiği, iç pazar bütünlüğü sağlamayı amaçlayan bu yasanın temel haklara yönelik koruma sağlamakta yetersiz olduğu sebepleri ile desteklemektedir.³⁶⁴ YZ'nin kullanım alanı sınırları aşacak nitelikte olduğundan kanaatimizce YZ geliştiricileri, AB pazarından çekilmek ve AB YZ Yasası kapsamında bir yaptırımla karşılaşmak istemeyeceğinden bu yasaya uyum sağlayacaktır. Bu yönüyle yasanın Brüksel Etkisi oluşturmalarının kuvvetle muhtemel olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca risk temelli yaklaşım benimsemesi ve risk kategorizasyonu itibarıyla bu yasanın diğer hukuk sistemleri açısından rehber olarak kabul edilmesi de oldukça olasıdır. Özellikle ülkemiz açısından değerlendirdiğimizde Avrupa Konseyi üyesi olması ve AB'ye aday ülke konumunda olması nedeniyle Türkiye'de YZ hakkında yapılacak regülasyonlar açısından AB YZ Yasası'nın doğrudan veya dolaylı etkisi olacağını söyleyebiliriz.³⁶⁵ Ancak öte yandan Brüksel Etkisi hakkında AB YZ Yasası temelinde öne sürülen eleştiri ve kaygıların, bu konuda yasal düzenleme yapacak olan ülkeler açısından mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz. Özellikle AB'nin diğer mevzuatı ile bağlantılı olan AB YZ Yasası hükümlerinin, bu yasa rehberliğinde yasal düzenleme yapacak olan her ülke tarafından kendi hukuki yapısı gözetilecek şekilde ele alınması ve yeniden düzenlenmesi uygun olacaktır.

Yasanın ikinci maddesinde kapsam dışında kalacak olan YZ sistemleri de belirtilmiştir. Buna göre; AB üye ülkelerinin ulusal güvenliği sağlamak, askeri ve savunma amaçlı kullanılan YZ sistemleri, sadece araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde kullanılan YZ

³⁶³ Ebers, "Truly Risk-Based Regulation of Artificial Intelligence - How to Implement the EU's AI Act", s.29-30.

³⁶⁴ Ebers, s.30-31.

³⁶⁵ Çamkerten, *Yapay Zekanın Regülasyonu*, s.45-46.

sistemleri ve ticari ve mesleki olmayan bireysel YZ kullanımları AB YZ Yasası kapsamında değildir.³⁶⁶

4.1.2.3. Temel İlkeler

Yasanın getirdiği düzenlemelerin neler olduğu m.1/2 ile açıklanmıştır. Buna göre bu yasa ile; *AB içerisinde piyasaya arz edilen, hizmete sunulan veya kullanılan YZ sistemlerine ilişkin kurallar, yasaklanan YZ sistemleri, yüksek riskli YZ sistemlerine yönelik özel yükümlülükler, bazı YZ sistemlerine yönelik şeffaflık yükümlülükleri, genel amaçlı YZ modellerinin piyasaya arzına ilişkin kurallar, pazar gözetimi, piyasa denetimi, yönetim ve uygulamaya ilişkin kurallar, bu yükümlülükler ile birlikte özellikle KOBİ ve start-up şirketler odağında inovasyonu destekleyecek önlemler* belirlenmiştir. Bu alanlara ilişkin düzenlemelerde ise risk temelli bir yaklaşım benimsenerek YZ sistemleri, taşıdığı risklere göre kategorize edilmiş ve bu sistemlerin temel hakları ihlal etmemesi, risklerin önlenmesi için birtakım yükümlülükler öngörülmüştür. YZ sistemlerinin güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için belirli alanlarda insan gözetiminde çalışması ve olabildiğince şeffaf olmasının sağlanması istenmiştir. Ayrıca yasa ile getirilen standartlara ve yükümlülüklerle uyum sağlanmasına ilişkin denetimlerin yapılması için düzenlemeler yapılmıştır.

AB YZ yasası tarafından ele alınan tüm bu hususlar, çalışmamızın konusu bakımından gerekli olduğu ölçüde aşağıda detaylandırılacaktır.

4.1.3. Risk Kategorizasyonu

AB YZ yasasında risk temelli bir yaklaşım benimsendiğini ve YZ sistemlerinin taşıdığı risk durumuna göre kategorize edilerek belirli yükümlülüklerle tabi kılındığını daha önce ifade etmiştik. Bu kategorizasyon yasa metninde; yasaklanmış YZ uygulamaları (m.5), yüksek riskli YZ sistemleri (m.6 vd.), şeffaflık yükümlülüğü gerektiren belirli YZ sistemleri (m.50), genel amaçlı YZ modelleri (m.53 vd.), yasada öngörülen yükümlülüklerin gönüllü olarak uygulanabileceği YZ uygulamaları (m.95) olmak üzere farklı maddeler altında yapılan düzenlemeler ile sağlanmıştır. Bu düzenlemeye göre YZ sistemlerini dört grup altında inceleyebiliriz: kabul edilemez riskli, yüksek riskli, sınırlı riskli ve minimum

³⁶⁶ Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, s.964; Turan Başara, “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”, s.2995.

riskli.³⁶⁷ Genel amaçlı YZ uygulamalarını ise bu grupların dışında özel bir kategori olarak düşünebiliriz.³⁶⁸ Bu başlık altında her bir kategori için hangi tür YZ sistemlerini kapsadığına dair örneklerle açıklamalar yaparken yasada her bir risk grubu için öngörülen yükümlülüklerle değinilecektir.

4.1.3.1. Kabul Edilemez Riskli YZ Sistemleri

AB YZ Yasası'nın beşinci maddesi ile bu kategoriye giren YZ sistemleri ve bunların istisnaları detaylı olarak açıklanmıştır. Madde kapsamında:

- a. *“Bilinçaltı teknikler veya kasıtlı olarak manipülatif teknikler kullanan, insan davranışlarını bozabilecek veya karar verme yetilerini zayıflatacak YZ sistemleri,*
- b. *Kırılgan grupların (yaş, engellilik gibi) davranışlarını bozabilecek veya bunlara zarar verme ihtimali bulunan YZ sistemleri,*
- c. *Sosyal puanlama amacıyla kullanılan YZ sistemleri,*
- d. *Kişisel özellikler üzerinde derin analiz ve profillemeye yaparak bireylerin suç işleme olasılıklarını tahmin eden YZ sistemleri,*³⁶⁹
- e. *İnternette veya kamuya açık alanlardaki görüntüleme sistemlerinden toplanan rastgele görüntüler ile yüz tanıma veri tabanları oluşturmaya yönelik YZ sistemleri,*
- f. *İşyerlerinde ve eğitim kurumlarında duygu analizi için kullanılacak YZ sistemleri,*³⁷⁰

³⁶⁷ Çamkerten, “Yapay Zekanın Regülasyonu”, s.49; Karadeniz, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu'nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi”, s.319; Turan Başara, “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”, s.2991; Muhammed Burak Görentaş ve Hamza Çiftçi, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi”, *İzmir Barosu Dergisi* 89, sy 1 (Nisan 2024), s.186-187, <https://www.izmirbarosu.org.tr/pdfsosya/ab-yapay-zek-y2024429154814704.pdf> (Erişim Tarihi: 30 Nisan 2025).

³⁶⁸ Turan Başara, “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”, s.2991. Genel amaçlı YZ uygulamalarını özel bir kategori altında ele almayıp risk gruplandırmasına dahil edildiği ve risk kategorizasyonunun beş seviyeden oluştuğu yönündeki yaklaşım için bkz. Nathalie A. Smuha ve Karen Yeung, “The European Unions's AI Act: Beyond Motherhood and Apple Pie?”, içinde *The Cambridge Handbook of the Law, Ethics and Policy of Artificial Intelligence*, (Cambridge University Press, 2025), s.236, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4874852 (Erişim Tarihi: 30 Nisan 2025).

³⁶⁹ Bu bendin devamında bir suç faaliyeti ile bağlantılı objektif ve doğrulanabilir gerekçelere dayanan ve insan değerlendirmesini desteklemek amacıyla kullanılan YZ sistemleri istisna tutulmuştur.

³⁷⁰ Bu bendin devamında bu sistemlerin tıbbi amaçla veya güvenlik gerekçesi ile kullanılması istisna tutulmuştur.

- g. *Bireylerin ırk, siyasi görüş, sendika üyeliği, dini veya felsefi inanç, cinsel yaşam veya cinsel yönelim gibi hassas verilerini ortaya çıkarmaya yönelik biyometrik sınıflandırma sistemleri*,³⁷¹
- h. *Kamuya açık alanlarda suçla mücadele amacıyla gerçek zamanlı uzaktan biyometrik tanımlama sistemleri*,³⁷²” yasaklanmış olup ancak istisnalar ve bu istisnaların uygulama koşullarının mevcut olduğu durumlarda kullanılabilir.

Bu kategori altında belirtilen YZ sistemleri ile ilgili olarak işbu çalışma konusu açısından önemli olan husus, m.5/f ile yasaklanmış olan duygu tanıma sistemlerinin tıbbi amaçla kullanılmasının istisna tutulmuş olmasıdır. AB YZ Yasası’nın 44 nolu gerekçesinde, istisna tutulan tıbbi kullanım için “terapötik kullanıma yönelik sistemler” şeklinde açıklama yapılmıştır. Duygu analiz sistemlerinin terapötik amaçlı kullanım ihtimalleri için; depresyon ve anksiyete teşhisi ve takibi, otizm spektrum bozukluğu olan bireylerin başkalarının duygusal ifadelerini anlamalarını sağlamak üzere geliştirilecek sistemler, travma sonrası stres bozukluğu yaşayan kişilerin dalgalı duygu durumlarının takibi, bipolar bozukluğu olan kişilerin duygu iniş çıkışlarının takibi, konuşma güçlüğü çeken veya konuşamayan kişilerin duygu analiz sistemleri ile kendilerini ifade etmelerinin sağlanması, hastaların ağrı seviyeleri ile duygu durumu arasındaki ilişkinin takip edilmesi ile buna uygun tedavi planı belirlenmesi gibi durumları örnek gösterebiliriz.

Belirtmek gerekir ki bu istisna kapsamında duygu analizi içeren YZ sistemlerinin kullanılması halinde hastaların mahremiyetinin korunmasına ve hastalar açısından başkaca bir zarara neden olmamasına özen gösterilmesi gereklidir. Ayrıca eğitim kurumları ve işyerleri haricinde, tıbbi ve güvenlik amacıyla kullanılabilir olan duygu tanıma sistemlerinin AB YZ Yasası Ek 3 m. 1/c hükmü kapsamında yüksek riskli YZ sistemleri kategorisine tabi olduğunu söyleyebiliriz.³⁷³ Bu nedenle bu sistemlerin kullanımında, yasa

³⁷¹ Bu bendin devamında kolluk kuvvetlerinin yasal olarak toplanmış olan biyometrik veriler üzerinde etiketleme ve filtreleme yapması istisna tutulmuştur.

³⁷² Bu bendin devamında gereklilik ve ölçülülük ilkeleri kapsamında olmak kaydıyla aşağıdaki durumlar istisna tutulmuştur: (i) kaçırılma, cinsel istismar, insan ticareti suçları mağdurlarının veya şüphelilerinin aranması, (ii) mevcut veya öngörülebilir doğrudan bir terör tehdidinin varlığı ya da kişilerin hayatı veya fiziksel güvenliğine yönelik belirli, önemli ve yakın bir tehdidin önlenmesi, (iii) İlgili Üye Devlette en az dört yıl hapis cezası gerektiren bir suçla ilgili olarak bir kişinin yerinin tespiti veya kimliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılması.

³⁷³ Karadeniz, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu’nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi”, s.324.

kapsamında yüksek riskli YZ sistemleri için öngörülen gereksinimlere de dikkat edilmesi gerekmektedir.

4.1.3.2. Yüksek Riskli YZ Sistemleri

Yüksek riskli YZ sistemlerinin neler olduğuna ilişkin, yasada iki ayrı tanımlama yapılmıştır. Buna göre; m. 6/1 kapsamında; *“YZ sistemi; Ek 1’de listelenen Birlik uyumlaştırma mevzuatı kapsamındaki bir ürünün güvenlik bileşeni olarak kullanılmak üzere tasarlanmışsa veya YZ sisteminin kendisi bu kapsamda bir ürün ise ve güvenlik bileşeni olduğu ürünün veya YZ sisteminin kendisinin, piyasaya sürülmesi veya hizmete sunulması için ilgili Birlik uyumlaştırma mevzuatı uyarınca bir üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesinden geçmesi gerekiyorsa”* yüksek riskli kabul edilir. Ayrıca m. 6/2 gereği EK 3’te atıfta bulunulan YZ sistemleri de yüksek riskli olarak kabul edilmektedir. Ancak eğer Ek 3’te yer alan sistemler sağlık, güvenlik veya temel haklar açısından önemli bir tehlike oluşturmuyorsa yüksek riskli sayılmayacaktır.³⁷⁴ Burada sayılan istisna için de bir istisna öngörülmüş ve Ek 3’te yer alan ve yüksek riskli sayılmayacağı belirtilen gruba ait bir YZ sistemi, eğer profillemeye (kişisel verilere dayalı analiz ve sınıflandırma) yapıyorsa bu durumda yüksek riskli YZ olarak değerlendirilmektedir. (m. 6/3-3)

Yukarıda belirttiğimiz istisna kapsamında Ek 3’te yer alan listede olmasına rağmen, sağlık, güvenlik veya temel haklar açısından önemli bir risk bulunmadığı değerlendirmesinin sağlayıcılar tarafından yapılabileceği, ancak sağlayıcıların bu değerlendirmeyi belgelendirmekle yükümlü olacakları m. 6/4 ile belirtilmiştir.

AB YZ Yasası ile tanımlanmış olan yüksek riskli YZ sistemlerinin neler olduğunu daha yakından incelediğimizde öncelikle birinci fıkrada risk değerlendirmesinin diğer AB mevzuatı ile birlikte değerlendirildiğini görmekteyiz. AB uyumlaştırma mevzuatı kapsamında risk durumundan dolayı üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesine tabi

³⁷⁴ Ek 3’te yer alan ve sağlık, güvenlik veya temel haklar açısından önemli bir risk taşımayan YZ sistemlerinin yüksek riskli kategorisinde değerlendirilmemesi için şu koşullardan biri mevcut olmalıdır: a) YZ sisteminin dar bir prosedürel görevi yapmak üzere tasarlanması, b) Önceden tamamlanmış bir insan faaliyetinin sonucunu geliştirmek üzere tasarlanması, c) Önceden yapılmış insan değerlendirmesinin yerini almak veya onu etkilemek amacı olmaksızın, insan gözetiminde, önceki karar verme kalıplarını ve bunlardaki sapmaları incelemek üzere tasarlanmışsa, d) Ek 3’te listelenen durumlara ilişkin değerlendirmeler için ön hazırlık sağlamak için tasarlanmışsa. (AB YZ Yasası m.6/3-2)

ürünlerin, YZ sistemi olması veya YZ içermesi durumunda yüksek riskli kategoriye gireceği ifade edilmektedir. Dolayısıyla diğer AB mevzuatında yer alan ürün kategorizasyonları, ürünlerin YZ içermesi halinde, yapılacak risk değerlendirmelerinde önem taşımaktadır. Sağlık alanında kullanılan YZ sistemleri açısından bu madde gereğince ilgili AB mevzuatları incelenerek “AB YZ Yasası’nın Sağlık Alanındaki YZ Sistemleri İçin Uygulanması” başlığı altında değerlendirmeler yapılacaktır.

Yasa’nın atıf yaptığı Ek 3’te yer alan listede ise yüksek riskli olduğu belirtilen YZ sistemleri sekiz ana başlık altında açıklanmıştır.

- i. **“Biyometrik Sistemler:** AB mevzuatı ve ulusal hukuk çerçevesinde; uzaktan biyometrik tanımlama sistemleri, biyometrik verilerin (yüz şekli, iris yapısı gibi tanımlayıcıların) hassas verilere göre sınıflandırma yapılması için kullanıldığı YZ sistemleri, duygu tanıma amacıyla kullanılacak YZ sistemleri.
- ii. **Kritik Altyapılar:** Trafik, su, gaz, ısıtma, elektrik, dijital altyapı gibi sistemlerin tedarikinde güvenlik bileşeni olarak kullanılacak YZ sistemleri,
- iii. **Genel ve mesleki eğitim:** Eğitim kurumlarına kabul veya atamada, öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde, eğitim seviyesinin tespitinde, sınav esnasında öğrenci davranışlarını izlemeye kullanılacak YZ sistemleri.
- iv. **İstihdam, personel yönetimi ve serbest mesleğe erişim:** işe alım sürecinde, performans izleme ve değerlendirme, terfi veya fesih kararına ilişkin değerlendirmelerde kullanılacak YZ sistemleri.
- v. **Temel özel ve kamu hizmetlerine erişim ve bunlardan yararlanma:** kişilerin temel kamu yardımları ve hizmetleri için uygunluk değerlendirmelerinde, kredi notu ve risk değerlendirmelerinde, hayat ve sağlık sigortaları için risk değerlendirmelerinde, acil durum çağrılarının değerlendirilmesi ve gerekli planlamanın yapılmasında kullanılacak YZ sistemleri.
- vi. **Kolluk kuvvetleri faaliyetleri:** suç mağduriyetine ilişkin risk değerlendirmesinde, yalan makinesi ve benzeri araçlarda, ceza soruşturma ve kovuşturmasında delil güvenilirliğini değerlendirmede, suç işleme potansiyelinin değerlendirilmesinde, ceza soruşturmalarında ve kovuşturmalarında kişilerin profilendirilmesinde kullanılacak YZ sistemleri.
- vii. **Göç, İltica ve Sınır Kontrolü Yönetimi:** yalan makinesi ve bunun gibi kullanılacak araçlar; ülkeye girecek kişilere ilişkin düzensiz göç, sağlık ve güvenlik açısından

yapılacak risk değerlendirmesinde; iltica, vize, oturma başvuruları ve ilgili şikayetlerin değerlendirilmesinde; göç, iltica ve sınır yönetiminde kişilerin tespiti, tanınması ve kimliklendirilmesinde kullanılacak YZ sistemleri.

- viii. ***Adaletin sağlanması ve demokratik süreçler:*** *yargı otoritelerine yardımcı olmak amacıyla, olayların ve hukukun araştırılması, yorumlanması veya somut olaylara hukukun uygulanmasında, seçim veya referandum sonuçlarını veya seçmenlerin oy kullanma davranışlarını etkilemekte kullanılacak YZ sistemleri.”*

Burada belirli alanlarda kullanılan YZ sistemlerinin, o alanın kritik öneminden dolayı yüksek riskli olarak kabul edildiğini görüyoruz. Ancak bu belirlemelerde kullanılan kavramlar net ve kesin bir sınır çizmekten uzaktır. Üstelik bu alanlarda kullanılmasına rağmen sağlık, güvenlik ve temel haklar açısından önemli risk barındırmayan YZ sistemlerinin yüksek riskli kabul edilmeyeceği de belirtilerek bu sınırların daha belirsiz hale getirildiği görülmektedir. Bu sorunu gidermek adına regülasyonun m. 6/5 düzenlemesinde, Avrupa Komisyonu tarafından en geç 2 Şubat 2026 tarihine kadar altıncı maddenin uygulanmasında yol gösterecek kılavuzlar ve yüksek riskli YZ sayılan ve sayılmayan YZ sistemlerine ilişkin örneklerin bulunduğu listeler yayınlacağı belirtilmiştir. Bu düzenleme oldukça yerindedir çünkü yüksek riskli YZ sistemleri için öngörülen çok sayıda yükümlülük bulunmaktadır ve bu yükümlülüğün ne zaman geçerli olduğuna ilişkin sınırların daha açık olması gerekir. Yüksek riskli YZ sistemleri için öngörülen yükümlülükler, sağlık alanında kullanılan YZ sistemleri açısından değerlendirilerek çalışmamızın ilerleyen bölümlerinde sunulacaktır.

4.1.3.3. Sınırlı Riskli YZ Sistemleri

AB YZ Yasası’nın 50. maddesinde belirli YZ sistemleri sağlayıcıları ve kullanıcıları için birtakım şeffaflık yükümlülükleri öngörülmüştür. Bu madde kapsamında kalan sistemler sınırlı riskli YZ sistemleri kategorisinde ele alınmaktadır.³⁷⁵ Bu sistemler madde metninde; sağlayıcılar ile doğrudan etkileşime girecek şekilde tasarlanmış ve geliştirilmiş YZ

³⁷⁵ Çamkerten, “Yapay Zekanın Regülasyonu”, s.53; Karadeniz, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu’nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi”, s.348; Görentaş ve Çiftçi, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi”, s.187; Turan Başara, “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”, s.3008.

sistemleri, sentetik ses, görüntü, video veya metin içeriği oluşturan YZ sistemleri, duygu tanıma³⁷⁶ ve biyometrik kategorilendirme sistemleri olarak açıklanmıştır.

Sınırlı riskli YZ sistemleri için genellikle sohbet robotları örnek olarak gösterilmektedir.³⁷⁷ Sohbet robotları; telefonlarda sanal asistan olarak, bankalar tarafından kişisel asistan uygulamalarında ve elektronik ticaret sitelerinde çevrimiçi destek asistanı gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.³⁷⁸ AB YZ Yasası'nın m. 50 hükmü gereğince bu sistemlerin sağlayıcıları; gerçek kişilere YZ sistemleri ile etkileşimde bulunduklarını bildirmekle; sentetik ses, görüntü, video veya metin üreten YZ sistemlerinin çıktılarının makine tarafından üretildiğinin veya değiştirildiğinin tespit edilebilmesini sağlamakla yükümlüdür. Bu madde ile aynı zamanda kullanıcılar içinde bazı yükümlülükler öngörülmüştür. Kullanıcılar, duygu tanıma ve biyometrik kategorilendirme kullandıklarında bu sisteme maruz kalan kişilere sistem hakkında ve kişisel verilerin işlenmesi hakkında diğer AB mevzuatını da gözeterek bilgi vermek ve deepfake³⁷⁹ teknolojileri kullanıldığında bu içeriğin yapay olarak üretildiğini veya değiştirildiğini açıklamak zorundadır.

Sağlık alanında kullanılan sınırlı riskli YZ sistemleri için; iyi yaşam konusunda tavsiyelerde bulunan sohbet robotları, modelin eğitim sürecinde modelin doğruluğunu test etmek amacıyla tıbbi görüntülere tümör eklenmesi gibi süreçlerdeki tıbbi deepfake kullanımları, bakım evlerinde kullanılan YZ destekli yer değiştirme sensörleri, evde bakım hizmetlerinde kullanılan YZ destekli besin alım sensörleri örnek gösterilmektedir.³⁸⁰

³⁷⁶ Duygu analizinde kullanılan YZ sistemleri, işyerleri ve eğitim kurumlarındaki kullanımlar açısından yasaklı sistemlerdir. Diğer alanlardaki kullanım açısından ise duygu tanıma sistemleri Ek 3'te yer alan listede sayılmış ve yüksek riskli YZ sistemleri kategorisine dahil edilmiştir. Ancak m.6 ile öngörülen istisnaları değerlendirdiğimizde; eğer duygu tanıma için kullanılan bir YZ sistemi, profillemeye yapmıyorsa ve sağlık, güvenlik veya temel haklar açısından önemli bir risk oluşturmuyorsa yüksek riskli olarak değerlendirilmeyecektir. Böyle bir durumda bu duygu tanıma sistemlerinin şeffaflık yükümlülüklerine tabi sınırlı risk kategorisi içerisinde değerlendirilebileceğini söyleyebiliriz.

³⁷⁷ Karadeniz, "Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu'nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi", s.348; Görentaş ve Çiftçi, "Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi", s.187.

³⁷⁸ Başkaya ve Karacan, "Yapay Zekâ Tabanlı Sistemlerin Kişisel Veri Mahremiyeti Üzerine Etkisi", s.487.

³⁷⁹ Derin sahte (deepfake) terimi, derin öğrenme yöntemleri kullanılarak bir video, fotoğraf veya sesin yapay olarak değiştirilmesi veya yine derin öğrenme yöntemleri kullanılarak sıfırdan oluşturulması şeklinde tanımlanmıştır. Detaylı bilgi için bkz. Yavuz, *Deepfake (Derin Sahte) Yapay Zekâ Tarafından Üretilen Yeni Nesil Görsel-İşitsel İçerik*, s.36.

³⁸⁰ Van Kolfshoeten ve Van Oirschot, "The EU Artificial Intelligence Act (2024)", s.2 (Tablo1).

4.1.3.4. Minimum Riskli YZ Sistemleri

Diğer risk kategorilerinden herhangi birine girmeyen YZ sistemleri açısından ciddi bir zarar tehlikesi bulunmadığı düşünülerek herhangi bir zorunlu yükümlülük öngörülmemiştir. Bu gibi sistemlerin sağlayıcılarının veya kullanıcılarının, yüksek riskli YZ sistemlerine yönelik tedbirleri gönüllü olarak uygulamasını sağlamak adına m. 95 ile bu gerekliliklere uyum süreçlerinin kolaylaştırılması ve teşvik edilmesi öngörülmüştür. Ancak bu kategorideki YZ sistemleri için her ne kadar AB YZ Yasası ile bir yükümlülük getirilmediyse de diğer AB mevzuatına (Örneğin veri işleme gerektiren hallerde GDPR) uyum zorunlulukları devam etmektedir.³⁸¹ Minimum riskli YZ sistemleri için spam filtrelerini ve elektronik ticarete kullanılan ürün öneri sistemlerini örnek olarak gösterebiliriz.³⁸² Sağlık alanında kullanılabilecek minimum riskli uygulamalar için ise ilaç araştırma ve geliştirme süreçlerinde kullanılabilecek bazı YZ sistemleri ile sağlık hizmeti sunucularının idari işlemlerinde kullanılan YZ sistemleri örnek olarak gösterilmektedir.³⁸³ Ancak ifade etmek gerekir ki bu alanlarda kullanılan modellerin nitelikleri de risk kategorisinin belirlenmesinde önemlidir. Sağlık, güvenlik, temel haklar gibi konularda tehlike oluşturduğu durumlarda bu sistemlerin yüksek riskli YZ kategorisinde değerlendirilmesi ve ilgili yükümlülüklerle uyması sağlanmalıdır.

4.1.3.5. Genel Amaçlı YZ Uygulamaları

Yüksek etki kapasitesine sahip ve buna bağlı olarak sistemik risk barındıran genel amaçlı YZ uygulamaları ayrı bir kategori altında ele alınmıştır. Genel amaçlı veya diğer bir deyişle temel YZ modelleri kapsamlı, büyük veri setleri ile eğitilmiş, kendi kendini denetleme sistemine sahip ve daha ayrıntılı görevler için ince ayar (fine-tuning) yapılmasına müsait sistemler olarak açıklanmaktadır.³⁸⁴ Genel amaçlı YZ sistemlerinin en popüler örnekleri, ChatGPT, Gemini gibi büyük dil modelleridir.³⁸⁵

AB YZ Yasası'nın 53. maddesinde genel amaçlı YZ sağlayıcıları için ayrı yükümlülükler öngörülmüştür. Bunlar;

³⁸¹ Smuha ve Yeung, "The European Unions's AI Act", s.245.

³⁸² Turan Başara, "Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası", s.3010.

³⁸³ Van Kolschooten ve Van Oirschot, "The EU Artificial Intelligence Act (2024)", s.2 (Tablo1).

³⁸⁴ Çamkerten, "Yapay Zekanın Regülasyonu", s.55.

³⁸⁵ Smuha ve Yeung, "The European Unions's AI Act", s.243.

- a) “Modelin eğitim ve test aşamalarına ait teknik dokümanların hazırlanması, güncel tutulması ve talep halinde yetkili kurumlara sunması,
- b) Genel amaçlı YZ modellerini kendi YZ sistemlerine entegre edecek olan sağlayıcılar için gerekli teknik belgelerin hazırlanması ve güncel tutulması,
- c) Modelin AB telif hakkı mevzuatına uyumlu olması,
- d) Modelin eğitiminde kullanılan içeriğin ayrıntılı özetlerini yayınlamak.”

Bunların haricinde m. 55 ile genel amaçlı YZ modelleri için bazı ek yükümlülükler de öngörülmüştür. Bunlar;

- a) “Model değerlendirmeleri ve saldırı testleri yapılması,
- b) Olası sistemik risklerin değerlendirilmesi ve azaltılması,
- c) Ciddi olayların ve bunlara ilişkin önlemlerin raporlanması,
- d) Modellerin korunması için siber güvenlik önlemlerinin alınması” şeklindedir.

Genel amaçlı YZ modelleri, çok kapsamlı kullanımlara açıktır. Dolayısıyla bu sistemlerin sağlık alanında kullanılması da mümkündür. Bu sistemler üzerinden ince ayar yapılarak belirli bir konuda daha spesifik sonuçlar alınması sağlanabilmektedir. Bu işlem sağlık alanında sonuç verebilen bir model oluşturmak için de kullanılabilir. Buna ChatGPT temelli olup da sağlık alanındaki kullanımlar için oluşturulmuş GPT’leri örnek gösterebiliriz. Mevcut ChatGPT sisteminde “GPT’leri Keşfet” kısmından “health” kelimesini arattığımızda; Health & Medicine, Fitness & Health, Mental Health DocuGen, Healthcare GPT gibi sağlık alanında özel sonuç vermek üzere kullanıma sunulan pek çok modeli görmekteyiz.³⁸⁶ Yine bu modellerin; klinik notlar alınmasında, yeni ilaçların keşfinde, sentetik hasta verisi oluşturmakta kullanılabileceği de ifade edilmiştir.³⁸⁷ Dolayısıyla AB YZ Yasası çerçevesinde genel amaçlı YZ modellerinin sağlık alanındaki kullanımları açısından m. 53 ve m. 55’te öngörülen yükümlülüklerle uyum sağlanması gerekecektir. Ayrıca m. 56 gereğince hazırlanacak uygulama kuralları da sağlıkta kullanılan genel amaçlı YZ modelleri için geçerli olacaktır.

³⁸⁶ “Explore GPTs”, ChatGPT, <https://chatgpt.com/gpts> (Erişim Tarihi: 01 Mayıs 2025).

³⁸⁷ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.2-3 (Tablo 1).

4.1.4. AB YZ Yasası'nın Sağlık Alanındaki YZ Sistemleri İçin Uygulanması

AB YZ Yasası, tüm sektörler açısından yatay olarak uygulama alanı bulacaktır; sektörel bazda ayrı bir düzenleme içermemektedir. Bu çerçevede sağlıkta kullanılan YZ sistemleri, yasa da belirlenen risk kategorilerinden hangilerine girdiğine göre değişkenlik gösterecek şekilde yükümlülüklerle tabi olacaktır.³⁸⁸ Nitekim sınırlı risk, minimum risk ve genel amaçlı YZ modelleri için sağlıkta kullanılan örneklerden yukarıda bahsedilmiştir. Yüksek riskli YZ sistemleri açısından konuyu değerlendirirken ise AB 2017/745 sayılı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği (Medical Device Regulation- MDR) ile AB 2017/746 sayılı In Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlara İlişkin Yönetmelik (In Vitro Diagnostic Medical Devices Regulation- IVDR) hükümleri yardımcı olacaktır.³⁸⁹ Yasa gerekçesinin 46. maddesinde de 2017/745 sayılı MDR ve 2017/746 IVDR gibi birden fazla AB uyumlaştırma mevzuatının tek bir ürün için geçerli olabileceği belirtilmiştir.³⁹⁰

Bu bilgiler çerçevesinde sağlık sektöründe kullanılan yüksek riskli YZ sistemlerini değerlendirebiliriz. Sağlık hizmetlerinin kritik niteliği göz önünde bulundurularak bu alandaki YZ tabanlı cihazların, özellikle bunlar MDR kapsamında ise, yüksek risk kategorisine ait olacağı belirtilmektedir.³⁹¹ Ancak AB YZ Yasası'nın 6. maddesinde yüksek risk kategorisine ilişkin yapılan açıklamada *“YZ sistemi; Ek 1'de listelenen Birlik uyumlaştırma mevzuatı kapsamındaki bir ürünün güvenlik bileşeni olarak kullanılmak üzere tasarlanmışsa veya YZ sisteminin kendisi bu kapsamda bir ürün ise ve güvenlik bileşeni olduğu ürünün veya YZ sisteminin kendisinin, piyasaya sürülmesi veya hizmete sunulması için ilgili Birlik uyumlaştırma mevzuatı uyarınca bir üçüncü taraf uygunluk*

³⁸⁸ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.2. Sağlık sistemlerinin doğası gereği yüksek riskli faaliyetlerden olmasından dolayı sağlıkta kullanılan YZ sistemlerinin yüksek risk kategorisinde bulunduğu dair bkz. Konstantinos Kalodanis vd., “A Privacy-Preserving and Attack-Aware AI Approach for High-Risk Healthcare Systems Under the EU AI Act”, *Electronics* 14, sy 7 (30 Mart 2025), s.1 ve 4, <https://doi.org/10.3390/electronics14071385> (Erişim Tarihi: 29 Nisan 2025).

³⁸⁹ Parmena Olimid, “Legal Analysis of EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.12.

³⁹⁰ Bu şekilde birden fazla yasanın eş zamanlı ve tamamlayıcı şekilde uygulanmasının norm çatışmaları için bir risk faktörü olabileceğine, sağlıkta YZ kullanımı hususunda çifte regülasyona, etkisiz regülasyona veya çelişkili regülasyona sebep olabileceğine ilişkin görüşler için bkz. Christian Djéffal, Philipp Mehl, ve Verena Müller, “The EU AI Act’s Impacts on Digital Health: Regulatory Challenges and Future Directions for Medical and Healthcare Innovation”, *Current Directions in Biomedical Engineering* 10, sy 4 (01 Aralık 2024), s.193, <https://doi.org/10.1515/cdbme-2024-2046> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

³⁹¹ Djéffal, Mehl, ve Müller, s.191-192.

değerlendirmesinden geçmesi gerekiyorsa” yüksek riskli olduğu kabul edilir denilmektedir. MDR ve IVDR, yasanın Ek 1’de saydığı mevzuatlardandır. Dolayısıyla MDR ve IVDR kapsamında üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesi gereken ve YZ sistemi barındıran ürünler veya bu gerekliliği taşıyan bir YZ sistemi, yasanın 6. maddesi kapsamında yüksek risk kategorisine tabi olacaktır. Yani sağlık hizmetinin kritik niteliğine bakarak MDR kapsamında olan ve YZ sistemi barındıran her ürünün yüksek riskli kategoride olacağını söylemek doğru olmayacaktır. Sağlıkta kullanılan bir YZ cihazı, MDR kapsamında hangi risk grubunda olduğuna bağlı olarak, AB YZ Yasası kapsamında daha düşük veya daha yüksek bir risk kategorisi altında sınıflandırılabilir.³⁹²

MDR’de tıbbi cihazlar için risk düzeyine göre Sınıf I, IIa, IIb, III şeklinde bir sınıflandırma yapılmıştır. Üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesine tabi olan tıbbi cihaz kategorileri ise; sınıf IIa, IIb ve III olarak belirtilmiştir. Bu durumda bir YZ sistemi; MDR kapsamında sınıf IIa, IIb ve III’ten biri kapsamında üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesi gerektiren bir tıbbi cihaz olarak veya bu şekilde bir tıbbi cihazın güvenlik bileşeni olarak kullanılıyorsa AB YZ Yasası kapsamında yüksek riskli YZ olarak kabul edilir.³⁹³ Sağlıkta yüksek riskli YZ kullanımlarına örnek olarak; klinik karar destek sistemlerini, sağlık sigortası yapılırken risk değerlendirme sistemi ve fiyatlandırmada kullanılan sistemleri, acil çağrılarının değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasına yönelik sistemleri, acil sağlık hizmetlerinde önceliklendirme uygulamalarında (triyaaj) kullanılan YZ sistemlerini gösterebiliriz.³⁹⁴

MDR kapsamında üçüncü taraf uyum değerlendirmesinden geçme gerekliliği olmayan tıbbi cihazlar ile MDR kapsamına girmeyip de sağlık alanında da kullanılabilen YZ araçlarının birçoğu sınırlı riskli YZ kategorisinde kabul edilecektir. Bunlara örnek olarak; ruh halini ve iyilik halini izlemeye yönelik olarak geliştirilmiş olan mobil sağlık uygulamalarını, kullanıcı verilerini kullanarak kişiselleştirilmiş diyet önerileri sunan mobil uygulamaları, yaşlılara temel bakımda yardımcı olmak üzere kullanılan uygulamalar gösterilmiştir.³⁹⁵ Dolayısıyla bu gibi uygulamalar, sağlık alanında kullanılmasına rağmen

³⁹² Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.86.

³⁹³ 2017/745 sayılı MDR’nin 60 nolu gerekçe maddesinde uygunluk değerlendirme prosedürünün Sınıf I cihazlar için üretici sorumluluğuna bırakılabileceğini ancak Sınıf IIa, IIb ve III cihazlar için ise bunun bildirilmiş kuruluşlarca (notified body) yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

³⁹⁴ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.2 (Tablo1).

³⁹⁵ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.2.

yalnızca yasa kapsamında sınırlı riskli YZ kategorisi için öngörülen yükümlülüklerle tabi olacaktır. Bu yükümlülükler ise şeffaflık yükümlülüğü ve bu sistemleri kullanan personelin YZ okuryazarlığına sahip olmasına ilişkin gereken önlemlerin alınması olarak ifade edilebilir. Öte yandan hastalar ile bir etkileşim içinde olmayan, örneğin hastane yönetim ve planlamasında kullanılan YZ sistemlerinin minimum riskli YZ kategorisine ait olacağı ve herhangi bir ek yükümlülük altında olmayacağı belirtilmektedir.³⁹⁶

Sağlıkta kullanılan YZ sistemleri için ISO/IEC TR 24028:2020 standardı da bu sistemlerin tehlikelerini, özellikle eğitim verilerine bağlı algoritmik hata ve önyargıları, göz önünde bulunduran uygun spesifikasyonlara ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır.³⁹⁷ Bu kapsamda AB YZ Yasası tarafından YZ sağlayıcıları ve kullanıcıları için getirilen yükümlülüklerin bu standartta belirtilen ihtiyacı karşılayacağını söyleyebiliriz. MDR ile AB YZ Yasası'nın birlikte uygulanması hususunda çifte regülasyona ilişkin bazı endişeler bulunsa da bu iki düzenleme birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Örneğin MDR'den farklı olarak AB YZ Yasası'nda m.14 ile insan gözetimi zorunlu kılınmıştır.³⁹⁸ Ayrıca MDR daha ziyade tıbbi cihazların risklerine odaklanıp bu risklere ilişkin denetimlerin yapılmasını düzenlerken AB YZ Yasası, YZ kullanımına bağlı potansiyel riskler karşısında güvenliği sağlamak için daha kapsamlı bir düzenleme getirmektedir.³⁹⁹

4.1.5. Sağlıkta Kullanılan Yüksek Riskli YZ Sistemleri için Gereklilikler

AB YZ Yasası'nın sekizinci maddesi ve devamındaki maddeleri ile yüksek riskli YZ kullanımlarına ilişkin gereklilikler düzenlenmiştir. Sağlık alanında yüksek riskli YZ kullanımları için de bu gereklilikler geçerlidir. Ancak belirtmek gerekir ki AB YZ Yasası'nın m. 2/2 hükmü gereğince; aynı yasanın m. 6/1 hükmünde belirtilen yüksek riskli YZ sistemleri açısından, yalnızca m. 6/1, m. 102 ila 109 ve m. 112 geçerli olacak ve ilgili AB uyum mevzuatı ile uyumlu olduğu ölçüde m. 57 hükümleri uygulanacaktır. Bu istisnai düzenleme saklı kalmak kaydıyla yüksek riskli YZ sistemleri için AB YZ Yasası'nda sağlayıcılar için öngörülen yükümlülükler;

³⁹⁶ Van Kolfshoeten ve Van Oirschot, s.2-3.

³⁹⁷ Onitiu, Wachter ve Mittelstadt, "How AI Challenges the Medical Device Regulation", s.22.

³⁹⁸ Parmena Olimid, "Legal Analysis of EU Artificial Intelligence Act (2024)", s.13.

³⁹⁹ Parmena Olimid, s.18.

- i. *Risk yönetim sistemi kurulması (bu sistem belgelendirilmeli ve sürdürülmeli),*
- ii. *Modelde kullanılan eğitim, test ve doğrulama verileri için veri yönetim uygulamaları kullanılması; özellikle olası algoritmik yanlışlık nedeniyle sağlık, güvenlik ve temel haklar üzerinde olumsuz etki oluşması veya ayrımcılığa sebep olması ihtimaline karşı gerekli önlemlerin alınması,*
- iii. *YZ sisteminin piyasaya arzından veya hizmete sunulmasından önce teknik dokümantasyonun hazırlanması,*
- iv. *YZ sisteminin kullanım ömrü boyunca logların tutulması böylece izlenebilirliğin sağlanması,*
- v. *Sistem çıktısının kullanıcılar tarafından yorumlanabileceği derecede şeffaf bir şekilde tasarlanması ve sistemin doğruluk seviyesi, dayanıklılığı, yanlış kullanım halinde öngörülebilir riskler; sistem ve kullanılan eğitim veri setleri hakkında teknik bilgileri içeren kullanım kılavuzlarının yayınlanması,*
- vi. *Yanlış kullanım halinde ortaya çıkabilecek sağlık, güvenlik ve temel haklara ilişkin risklerin önlenmesi veya minimize edilmesi için insan gözetimi sağlanması,*
- vii. *Doğruluk, dayanıklılık ve siber güvenliğe ilişkin standartların oluşturulması ve bunların sistemin yaşam döngüsü boyunca sürdürülmesinin sağlanması,*
- viii. *Sistemin AB YZ Yasası'na uyumunu sağlamak üzere kalite yönetim sistemi kurulması,*
- ix. *YZ sistemi açısından hazırlamakla yükümlü olunan dokümanların, ulusal yetkili otoritelerin denetimine açık olacak şekilde saklanması,*
- x. *Yasa hükümlerine uygun olmayan YZ sistemlerinin, düzenleme ile uyumlu hale getirilmesi, piyasadan çekilmesi, devre dışı bırakılması veya geri çağırılması için gereken düzeltici önlemlerin alınması,*
- xi. *YZ sisteminin uygunluk değerlendirme sürecinden geçirilmesi,*
- xii. *YZ sisteminin gereken yükümlülüklerle uygun olduğunu göstermek üzere yetkili otoritelerin talep ettiği belgelerin sunulması şeklinde özetlenebilir.*

Sağlayıcılar için öngörülen şeffaflık yükümlülüğü, YZ sistemlerinin kara kutu niteliğinden dolayı bazı zorluklar doğurabilir. Ancak açıklanabilir YZ modelleri ile çıktıların ve YZ'nin karar verme sürecinin kullanıcılar tarafından anlaşılması ve yorumlanabilmesi mümkün

olabilir.⁴⁰⁰ Daha önce sağlıkta YZ kullanılması riskleri ve bu risklerin azaltılması için alınabilecek önlemler ile ilgili bölümde bahsettiğimiz üzere sağlık alanındaki kullanımlar için YZ kararlarında etkili olan süreçlerin yorumlanabilmesi pek çok açıdan önem taşır. Bu nedenle AB YZ Yasası ile şeffaflık yükümlülüğü öngörülmesi oldukça yerindedir.

YZ sistemlerinin sağlayıcıları için öngörülen yükümlölükler kadar kullanıcılara yönelik gereklilikler de önemlidir. Çünkü sağlık alanındaki kullanımlarda kullanım hatası durumunda hasta açısından zararlar ortaya çıkabilir.

Kullanıcılar için öngörülen yükümlölükler ise m. 26 ve devamında düzenlenmiştir:

- i. *Kullanıcı YZ sistemlerini, kullanım kılavuzuna uygun şekilde kullanmak üzere gereken teknik ve organizasyonel önlemleri almalıdır.*
- ii. *İnsan gözetimi görevi, gereken eğitim, yetkinlik ve yetkiye sahip bir kişiye verilmeli ve bu kişiye gereken destek sağlanmalıdır.*
- iii. *Kullanıcılar girdi verilerini kontrol etmeli, sistemin amaçlanan kullanımı açısından bu verilerin ilgili olduğundan ve yeterli temsili sağladığından emin olmalıdır.*
- iv. *Kullanım kılavuzuna uygun kullanım halinde bir risk oluşması ihtimalinde kullanıcılar; sağlayıcıya, dağıtıcıya, ilgili denetim kurumuna gecikmeksizin bilgi verilmeli ve sistemin kullanımı askıya alınmalıdır.*
- v. *YZ sisteminin oluşturduğu otomatik kayıtlar en az altı ay boyunca saklanmalıdır.*
- vi. *İşveren kullanıcılar, yüksek riskli bir YZ sistemini hizmete sunmadan veya kullanmadan önce işçi temsilcilerini ve etkilenecek işçileri, sistem kullanımına tabi olacakları konusunda uygun şekilde bilgilendirmelidir.*
- vii. *Kullanıcı, sistemin m. 71 ve 49 hükümlerine uygun olarak AB veri tabanına kaydedilmediğini tespit ettiğinde bu sistemi kullanmamalı ve sağlayıcı ile dağıtıcıyı bilgilendirmelidir.*
- viii. *Kullanıcı veri koruması açısından bir risk gördüğünde veri koruma etki değerlendirmesi yapmalıdır.*
- ix. *Şüpheli veya hükümlü bir kişinin aranmasında sonradan uzaktan biyometrik tanımlama sistemleri kullanıldığında, önceden veya gecikmeksizin ve en geç 48 saat*

⁴⁰⁰ Çamkerten, “Yapay Zekanın Regülasyonu”, s.83.

içinde ilgili adli veya idari makamlardan izin almalıdır; izin verilmediğinde kullanım durdurularak önceden elde edilen veriler silinmelidir.

- x. *Gerçek kişiler hakkında verilecek kararların alınmasında yüksek riskli YZ kullananlar; ilgili kişileri bu sistemin kullanıldığı konusunda bilgilendirmelidir.*
- xi. *Kullanıcılar; bu sistemi kullanıma almadan önce temel haklar üzerindeki olası etkilerine ilişkin değerlendirme yapmakla yükümlüdür.*

Sağlayıcılar ve kullanıcılar için yüksek riskli YZ kullanımı için öngörülen yükümlülüklerin yanı sıra bu grupta yer alan YZ sistemlerinin kullanım zincirindeki tüm aktörler, bu yükümlülüklerin yerine getirilip getirilmediğini kontrol etmekle yükümlü kılınmış; böylece tüm aktörler açısından hesap verilebilirliğin sağlanması amaçlanmıştır.⁴⁰¹ Bu kapsamda AB YZ Yasası kapsamında yüksek riskli YZ kullanımı için diğer aktörlerin tabi olduğu yükümlülüklerle de kısaca değineceğiz.

AB dışında bulunan bir sağlayıcının AB içerisinde kullanıma sunacağı yüksek riskli YZ sisteminin varlığı halinde sağlayıcı öncelikle m. 22 gereğince AB içerisinde bulunan bir yetkili temsilci atayacaktır. Yetkili temsilcinin yükümlülükleri ise m. 22 ile;

- i. *Sağlayıcının iletişim bilgileri, AB uygunluk beyanı, teknik dokümantasyon ve varsa onaylanmış kuruluş tarafından verilen sertifikayı, yetkili makamlara sunmak üzere hazır bulunduracak şekilde 10 yıl boyunca muhafaza etmek,*
- ii. *Talep halinde yüksek riskli YZ sisteminin yasada öngörülen gerekliliklere uyumlu olduğunu gösterecek tüm bilgi ve belgeleri, log kayıtları dahil olmak üzere, sunmak,*
- iii. *Sağlayıcının AB YZ Yasası kapsamındaki yükümlülüklerle aykırı davranması hâlinde yetkiyi sonlandırmak ve piyasa gözetim otoritelerine konu hakkında bilgilendirme yapmak olarak sıralanmıştır.*

Yüksek riskli YZ sistemlerini ithal edecek kişiler için ise; bu sistemin AB içerisinde kullanılmak üzere ithal edilmesinden önce, sistemin AB YZ Yasası ile uyumlu olduğunu kontrol etme yükümlülüğü getirilmiştir. (AB YZ Yasası m. 23)

⁴⁰¹ Aksoy, *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*, s.224.

Distribütörlerin yüksek riskli YZ sistemlerini AB sınırları içerisinde kullanıma sunması halinde tabi olacağı yükümlülükler m. 24 ile şu şekilde sıralanmıştır:

- i. *Sistemin gerekli CE işaretini taşıdığını, AB uygunluk beyanının ve kullanım talimatlarının varlığını, yasa kapsamındaki gerekliliklerin yerine getirildiğini kontrol etmek,*
- ii. *Yasada yüksek riskli YZ sistemleri için öngörülen gerekliliklere uygun olmayan sistemleri piyasada bulundurmamak,*
- iii. *Sistemin temel haklara yönelik bir risk barındırması hâlinde sağlayıcı ve varsa ithalatçıyı bilgilendirmek, yetkili makamlara bilgi vermek,*
- iv. *Yüksek riskli YZ sisteminin depolama ve taşıma esnasında gerekliliklere uyumluluğunu korumak,*
- v. *Piyasada bulundurduğu bir yüksek riskli YZ sisteminin gerekliliklere uyumlu olmadığını düşünmesi hâlinde uyum için gereken çalışmaları yürütmek, sistemin piyasadan geri çağırılması için önlem almak, gereken diğer düzeltici önlemleri almak veya bunların alınması için sağlayıcıyı ve diğer aktörleri bilgilendirmek, alınan düzeltici önlemleri yetkili makamlara bildirmek.*

Görüldüğü üzere yüksek riskli YZ sistemleri için sürece dahil olabilecek tüm aktörler düşünülmüş ve dahil oldukları ölçüde sorumluluklar öngörülmüştür. Ancak belirli durumlarda ithalatçı, kullanıcı, distribütör veya diğer üçüncü tarafların sorumluluk sınırlarının sağlayıcı yükümlülükleri ölçüsünde genişleyebileceği de belirtilmiştir. Buna göre bu aktörlerden birinin;

- i. *Sözleşmede başka bir sorumluluk dağılımı öngörülmedikçe piyasaya arz edilen bir yüksek riskli YZ sistemine kendi adını veya ticari markasını koyması,*
- ii. *Piyasaya arz edilen bir yüksek riskli YZ sisteminde, bu risk grubunda kalmaya devam edecek şekilde önemli bir değişiklik yapması,*
- iii. *Piyasaya arz edilen ve yüksek riskli olmayan bir YZ sisteminin, amaçlanan kullanımının sistemi yüksek riskli hâle getirecek şekilde değiştirmesi halinde ilgili aktör, m. 16'da sağlayıcı için öngörülen yükümlülüklerle tabi olacaktır.*

AB YZ Yasası kapsamında yüksek riskli YZ kullanımı için getirilen tüm bu yükümlülükler, m. 2/2 istisnası saklı kalmak kaydıyla, sağlık alanında kullanılan ve yüksek risk taşıyan YZ sistemleri için de uygulanacaktır. Ancak bu sistemlerin risk durumunu tanımlamada

belirleyici olan MDR, kullanım için uyulması gereken yükümlölükler hususunda da etkili olacak ve MDR'nin öngördüğü yükümlölükler de AB YZ Yasası'nın gereklilikleri ile birlikte uygulanacaktır.⁴⁰² Bu gerekliliklerin bürokratik engeller oluşturacağı ve inovasyonun geciktirilmesine sebep olacağı yönünde endişeler bulunmakla birlikte ilgili düzenleme ile bu sistemlerin toplum güvenliğine katkı sağlayacağı yönünde olumlu değerlendirmeler de bulunmaktadır.⁴⁰³

4.2. Diğer Bazı Ülkelerdeki Regölasyonlar ve Düzenleyici İlkeler

4.2.1. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

AB tarafından yapılan düzenlemenin sektörel bazlı olmadığını ve tüm sektörler açısından yatay bir şekilde uygulanacağını ifade etmiştik. ABD'nin ise YZ kullanımlarına ilişkin genel ve kapsamlı bir düzenlemesi olmayıp genellikle sektörel düzenlemeler tercih edilmiştir.⁴⁰⁴ Sektörler üstü yaklaşımın özellikle gizlilik alanına ait düzenlemeler için yüksek kapsayıcılığı nedeniyle birtakım avantajları olsa da beraberinde taşıdığı dezavantajlar bulunmaktadır. Bu dezavantajlar; sektörün kendi ekonomik gerçeklikleri gibi bazı özel durumların düzenleme yaparken göz önünde bulundurulmaması ve sektöre özel mevcut düzenlemeler ile çakışan veya çelişen düzenlemeler getirilmesi ihtimali olarak örneklendirilmiştir.⁴⁰⁵ ABD'nin sağlık alanındaki YZ kullanımları hakkındaki düzenlemelerini incelediğimizde de genel bir YZ yasası yerine genel YZ kullanımına ilişkin birtakım düzenleyici ilkeler ve FDA tarafından sağlıkta YZ kullanımını düzenlemeyi hedefleyen bazı kurallar getirildiğini görüyoruz. Ayrıca Colorado Genel Meclisi tarafından 8 Mayıs 2024'te, SB24-205 sayılı "Yapay Zekâ için Tüketici Koruması" isimli, tüketicilerin YZ karşısında korunmasını hedefleyen bir yasa kabul edilmiştir.⁴⁰⁶

⁴⁰² Van Kolschooten ve Van Oirschot, "The EU Artificial Intelligence Act (2024)", s.2.

⁴⁰³ Görentaş ve Çiftçi, "Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi", s.188.

⁴⁰⁴ Suzan Slijpen, Mauritz Kop ve I. Glenn Cohen, "EU and US Regulatory Challenges Facing AI Health Care Innovator Firms", *Petrie-Flom Center Bill of Health, Harvard Law School*, 04 Nisan 2024, s.2, <https://blog.petrieflom.law.harvard.edu/2024/04/04/eu-and-us-regulatory-challenges-facing-ai-health-care-innovator-firms/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴⁰⁵ Slijpen, Kop ve Cohen, s.2.

⁴⁰⁶ İlgili yasanın orijinal metni için bkz. <https://leg.colorado.gov/bills/sb24-205> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

2019 yılında ABD'nin yayınladığı “Yapay Zekâda Amerikan Liderliğini Sürdürmek” başlıklı 13859 sayılı Yürütme Emri ile YZ alanında gelişim teşvik edilmiş ve ABD'nin güvenlik, ekonomi ve etik politikaları ile uyumlu YZ geliştirilmesi için Amerikan YZ Girişimi programı uygulanmaya başlanmıştır.⁴⁰⁷ 2019 yılında ayrıca yüksek riskli YZ uygulamalarında kullanılan eğitim ve test verileri ve algoritmaların, adalet, doğruluk, önyargı, ayrımcılık, gizlilik ve güvenlik yönlerinden incelenip denetlenmesine yönelik hükümler içeren Algoritmik Hesap Verilebilirlik Yasa Tasarısı hazırlanmıştır.⁴⁰⁸ Ancak düzenleme, uzlaşma sağlanamadığı için yasalaşmamıştır. Bu taslağın yasalaşmadan düşmesi sonrasında taslak güncellenerek 2022 yılında yeniden bir “Yapay Zekâ Haklar Bildirgesi” teklifi sunulmuştur. Bu belge ile YZ kullanımında adalet, şeffaflık, hesap verilebilirlik ve güvenlik ilkelerine riayet edilmesi önerilmiştir.⁴⁰⁹ Ayrıca bu sistemlerin tasarım aşamasından itibaren potansiyel risklerine ilişkin olarak denetimlere tabi tutulması öngörülmüştür.⁴¹⁰ Bu taslak karşısında farklı görüşler şekillenmiştir. Özellikle teknoloji şirketleri bu düzenlemelerin ABD'yi YZ alanında Çin karşısında zayıflatacağından endişe ederken bazı toplumsal kesimler taslak düzenlemenin temel hakların koruması açısından gerekli ancak eksik olduğunu belirtmiştir.⁴¹¹ Yine ABD'nin 30.10.2023'te yayınladığı “Yapay Zekânın Güvenli ve Güvenilir Gelişimi ve Kullanımına Dair İcrai Karar” başlıklı yürütme emri ile idari otoriteler açısından YZ kullanımına ilişkin bazı kurallar benimsenmiştir.⁴¹²

YZ hakkında düzenleyici çerçeve sunan bir başka düzenleme de Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) tarafından yapılmıştır. 2022 yılında yayınlanan Yapay Zekâda Önyargıyı Tanımlama ve Yönetme için Özel Yayın 1270 ile YZ önyargısına ilişkin risk ve zorlukları belirlemek ve yönetmek adına bir bakış açısı sunmuştur. NIST ayrıca 2023 yılında YZ Risk Yönetimi Çerçevesi'ni açıklamıştır. Bununla YZ sistemlerinin; tasarım,

⁴⁰⁷ Etike, “Yapay Zekayı İnsan ve Kamusal Yarar İçin Çalıştırmak”, s.231; Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, s.959.

⁴⁰⁸ Etike, “Yapay Zekayı İnsan ve Kamusal Yarar İçin Çalıştırmak”, s.230.

⁴⁰⁹ Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, s.259.

⁴¹⁰ Etike, “Yapay Zekayı İnsan ve Kamusal Yarar İçin Çalıştırmak”, s.237-238.

⁴¹¹ Etike, s.239-240.

⁴¹² Güçlütürk, “Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü”, s.137.

geliştirme, dağıtım, kullanım, test ve değerlendirme süreçlerinin tamamında şeffaflık, hesap verilebilirlik, adalet prensiplerinin uygulanmasını öngörmektedir.⁴¹³

YZ'nin farklı yönlerine odaklanan farklı kurum ve organların YZ hakkındaki düzenleyici ilkelerinin yanında özel olarak sağlık alanında düzenleyici bir kurum olan FDA tarafından sağlıkta YZ kullanımına ilişkin yayınlanan prensipleri inceleyebiliriz. Öncelikle FDA doğrudan katı kurallar getirmek yerine pilot programlar geliştirmiş ve YZ etkilerini daha iyi anlayabilmeyi tercih etmiştir. Örneğin bu kapsamda Yazılım Ön Sertifikasyon Pilot Programı uygulamış, çeşitli yazılımların; hasta güvenliği, ürün kalitesi, klinik sorumluluk, siber güvenlik sorumluluğu gibi alanlarda bir ön sertifikasyon sürecinden geçmeleri ve bu süreçten geçmesi halinde ilgili yazılımların onay sürecinin hızlanacağı veya ek bir onaya ihtiyaç duymayacağı belirtilmiştir.⁴¹⁴

FDA ayrıca 2021 yılında dijital sağlık teknolojileri ile uzaktan veri toplanmasına ilişkin bir taslak rehber yayınlamış bu rehberde; *“uzaktan veri toplama için dijital sağlık teknolojisi seçimi, doğruluğunun ve güvenilirliğinin doğrulanması ve geçerliliği, bulgularının son noktalarla ilişkilendirilmesi, çalışmaya katılanların kullanılabilirliğini ve kabul edilebilirliğini sağlaması ve gizlilik riskleri dahil klinik araştırmalarda risklerini yönetmek”* konularını ele almıştır.⁴¹⁵ Mart 2023'te “İlaç ve Biyolojik Ürün Geliştirilmesinde Dijital Sağlık Teknolojileri için Bir Çerçeve” yayınlarak dijital sağlık teknolojilerinden elde edilen verilerin kullanımına dair ilkeleri belirlemiştir.⁴¹⁶ Ayrıca FDA'nın sektördeki hızlı değişimlere göre uyarlanabilir bir yöntem sunan Nisan 2023 tarihli “Makine Öğrenimi Destekli Cihaz Yazılım Fonksiyonları için Önceden Belirlenmiş Değişiklik Kontrol Planları” ile YZ destekli tıbbi cihazlara ilişkin düzenleyici bir çerçeve belirlemiştir.⁴¹⁷ FDA'nın bu düzenlemelerin yanı sıra YZ içeren tıbbi cihazlara ilişkin onay başvurularının da tekil olarak çeşitli yönlerden değerlendirdiğini ifade etmek gerekir. Zira

⁴¹³ Etike, s.231-232.

⁴¹⁴ Maliha vd., “Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation”, s.640.

⁴¹⁵ Susan Awad vd., “Connected health in US, EU, and China: opportunities to accelerate regulation of connected health technologies to optimize their role in medicines development”, *Frontiers in Medicine* 10 (07 Ağustos 2023), s.3, <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1248912> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴¹⁶ Awad vd., s.3.

⁴¹⁷ Slijpen, Kop ve Cohen, “EU and US Regulatory Challenges Facing AI Health Care Innovator Firms”, s.2.

FDA'nın 2017-2019 arasında makine öğrenmesi temelli kırktan fazla cihaza klinik kullanım izni vermiştir.⁴¹⁸

ABD'nin Colorado eyaleti meclisi tarafından kabul edilen SB24-205 sayılı yasanın ise uygulama alanı açısından olmasa da YZ alanına ilişkin getirdiği düzenleme alanı itibariyle ABD içerisindeki en kapsamlı düzenleme olduğunu söyleyebiliriz. Bu yasada da risk temelli bir yaklaşım benimsenmiş ve yüksek riskli YZ sistemlerine ilişkin bir tanımlama yapılarak bu sistemlerin geliştiricileri (developer) ve kullanıcıları (deployer) için bazı yükümlülükler getirilmiştir. Yasanın tanımlar maddesinde yüksek riskli YZ sistemleri; eğitim, istihdam, finans ve kredi, temel kamu hizmetleri, sağlık hizmetleri, konut, sigorta, hukuk hizmetleri gibi alanlarda, önemli bir karar veren veya bu kararın verilmesinde kullanılan sistemler olarak tanımlanmıştır.

SB24-205 sayılı yasanın risk temelli bir yaklaşım benimsemesine rağmen ürün güvenliğinden ziyade tüketici korumasına odaklandığı ifade edilmektedir.⁴¹⁹ Yasa ile getirilen yükümlülükler baktığımızda da tüketiciye yönelik bir koruma sağlama çabası görülmektedir. Bu kapsamda geliştiriciler için öngörülen yükümlülükler; *tüketicilerin algoritmik ayrımcılık risklerinden korunması için makul özen gösterilmesi, teknik dokümantasyon sağlanması, risk değerlendirmesi yapılması, etki değerlendirmesi yapılması, algoritmik risklerin nasıl yönetildiğine ilişkin kamu açıklaması yapılması, sistemin öngörülebilir algoritmik risklerinin resmi makamlara bildirilmesi, hazırlanan dokümanların talep halinde resmi makamlara sunulması* şeklinde 6-1-1702. madde ile belirtilmiştir. Bir sonraki maddede ise kullanıcılar için getirilen yükümlülükler şu şekilde açıklanmıştır: *tüketicilerin algoritmik ayrımcılık risklerinden korunması için makul özen gösterilmesi, risk politika ve programı belirlenmesi, yılda bir kez etki değerlendirmesi yapılması ve buna ilişkin kayıtların üç yıl süreyle saklanması, sistemlerin yılda en az bir kez algoritmik ayrımcılık açısından gözden geçirilmesi, tüketiciye sistemin kullanıldığı ve YZ ile etkileşim kurulduğu konusunda uygun formatta bilgilendirme yapılması, tüketiciye sistem kararlarına tabi olmama hakkı tanınması, sistemin tüketici hakkında olumsuz bir karar vermesi halinde kararın dayanaklarına ve işlenen verilere ilişkin bilgi verilmesi, bu*

⁴¹⁸ Maliha vd., “Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation”, s.630.

⁴¹⁹ Güçlütürk, “Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü”, s.138.

verilerde hata varsa düzeltme imkânı tanınması, karara itiraz etme seçeneği sunulması, algoritmik risklerin nasıl yönetildiğine ilişkin kamuya özet bir açıklama yapılması, öngörülebilir algoritmik risklerin resmi makamlara bildirilmesi, hazırlanan dokümanların talep halinde resmi makamlara sunulması. Bu yasada öngörülen hükümlerin 1 Şubat 2026 tarihinde yürürlüğe gireceği belirtilmiştir. Görüldüğü üzere SB24-205 sayılı yasa, algoritmik ayrımcılığa ve şeffaflık yükümlülüklerine odaklanarak tüketici açısından YZ sistemlerinin kritik alanlardaki kullanımına ilişkin risklerin önlenmesini hedeflemiştir. Bu yasa ile yüksek riskli kabul edilen sistemler, sağlık hizmetlerinde kullanılan YZ sistemlerini de kapsadığından Colorado’da sağlık alanında kullanılan YZ sistemlerinin geliştiricileri ve kullanıcıları için söz konusu yükümlülüklerin uygulama alanı bulacağını söyleyebiliriz.

ABD’de YZ alanındaki regülasyon çalışmaları açısından genel bir değerlendirme yapacak olursak; YZ alanında sektörel ve parçalı bir düzenleme tercih edilmesi, YZ’nin riskleri karşısında yetersiz görülebilirse de katı kurallar öngörülmemiş olması yönüyle inovasyonun daha hızlı gelişmesine katkı sağlayacağı söylenebilir.⁴²⁰

4.2.2. Güney Kore: YZ’nin Geliştirilmesi ve Güven Tesisine İlişkin Kanunu

AB YZ Yasası ve Colorado SB24-205 sayılı yasa sonrasında YZ alanındaki yasal düzeyde bağlayıcı düzenlemelerin üçüncüsü, Güney Kore Ulusal Meclis’i tarafından 26 Aralık 2024 tarihinde kabul edilen ve 21 Ocak 2025’te yayınlanan “Yapay Zekanın Geliştirilmesi ve Güven Tesisine İlişkin Kanun” (YZ Temel Yasası)’dur.⁴²¹ Yasanın yürürlük tarihi ise; dijital tıbbi cihazlara ilişkin m. 2/4 hükmü için 24 Ocak 2026 diğer hükümler açısından ise 22 Ocak 2026 olarak belirlenmiştir (Ek Hükümler m.1).⁴²² YZ Temel Yasası, Güney Kore’deki

⁴²⁰ Slijpen, Kop, ve Cohen, “EU and US Regulatory Challenges Facing AI Health Care Innovator Firms”, s.3.

⁴²¹ Yapay Zekanın Geliştirilmesi ve Güven Tesisine İlişkin Kanun, https://likms.assembly.go.kr/bill/billDetail.do?billId=PRC_R2V4H1W1T2K5M1O6E4Q9T0V7Q9S0U0 (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴²² “The Korean AI Basic Act: Asia’s First Comprehensive Framework on AI | 荒木法律事務所 (Araki International IP&Law) ”, 17 Mart 2025, <https://arakiplaw.com/en/insight/2409/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

kullanıcıları etkileyen tüm YZ sistemleri için uygulanacaktır. Ancak ulusal savunma ve güvenlik için kullanılan YZ sistemleri bu yasanın kapsamı dışında tutulmuştur (m.4/2).⁴²³

YZ Temel Yasası ile benimsenen politikanın uygulanabilirliği için Bilim ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri Bakanlığı (Ministry of Science and ICT- MSIT) her üç yılda bir YZ Temel Planı hazırlamakla yükümlü kılınmış ve bu planların yasanın yedinci maddesi kapsamında kurulacak olan Ulusal YZ Komitesi kararlarına tabi olacağı belirtilmiştir.⁴²⁴

YZ Temel Yasası'nda da AB YZ Yasası ile benzer bir biçimde risk temelli yaklaşım benimsenmiş ve YZ sistemleri belirli kategorilere ayrılarak bulundukları gruba göre bazı yükümlülükler tabi tutulmuştur. Ancak AB YZ Yasası'nda dört YZ kategorisi varken, YZ Temel Yasası'nda yüksek etkili YZ ve üretken YZ olmak üzere ikili bir ayırım yapılmış, ancak yükümlülükler belirlenirken bu iki kategorinin yanında büyük ölçekli YZ sistemlerin ve yerli olmayan sağlayıcıların tabi olacağı bazı ayrı yükümlülükler benimsemiştir.⁴²⁵ Ayrıca YZ Temel Yasası'nda yine AB düzenlemesinden farklı olarak yasaklı YZ sistemleri kategorisi bulunmamaktadır.⁴²⁶

YZ Temel Yasası'nda; enerjide, içme suyu sağlanmasında, sağlıkta, tıbbi cihaz geliştirilmesinde ve kullanımında, nükleer enerji güvenliğinde ve işletilmesinde, biyometrik verilerin kullanıldığı cezai soruşturmalarda, işe alma, kredi kullandırma gibi hak ve yükümlülükleri etkileyen kararların alınmasında, ulaşım hizmetlerinin sağlanmasında, kamu hizmetlerini veya vergileri etkileyen hükümet karar alma süreçlerinde, eğitimde öğrencilerin değerlendirilmesinde ve diğer temel haklara etki edebilecek alanlarda kullanılan YZ sistemleri yüksek etkili olarak değerlendirilmiştir (m.2/4).⁴²⁷ Üretken YZ sistemleri ise; metin, fotoğraf, ses ve video gibi çıktılar üreten YZ olarak açıklanmıştır (m.2/5).⁴²⁸

⁴²³ Avi Gesser vd., “South Korea Enacts New AI Law – Debevoise Data Blog”, <https://www.debevoisedatablog.com/2025/03/24/south-korea-enacts-new-ai-law/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴²⁴ “The Korean AI Basic Act”.

⁴²⁵ “The Korean AI Basic Act”.

⁴²⁶ “The Korean AI Basic Act”.

⁴²⁷ Anas Baig ve Syeda Eimaan Gardezi, “An Overview of South Korea’s Basic Act on the Development of Artificial Intelligence and Creation of a Trust Base (Basic AI Act)”, Securiti, <https://securiti.ai/south-korea-basic-act-on-development-of-ai/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴²⁸ Baig ve Gardezi.

Yüksek etkili YZ kullanımlarına ilişkin getirilen yükümlülükler; şeffaflık yükümlülüğü (kullanıcılara ürünün YZ destekli olduğunun önceden açıklanması, çıktıların YZ tarafından oluşturulduğunun açıklanması), risk yönetim planı geliştirmek ve uygulamak, kullanıcı koruma planı uygulamak, insan gözetimi sağlamak, güvenliğe ilişkin belgeleri muhafaza etmek, Ulusal YZ Komitesi tarafından belirlenen ek görevleri yerine getirmek, temel haklar etki değerlendirmesi yapmak şeklinde belirtilmiştir (m.34-35). Üretken YZ sistemleri içinse yüksek etkili YZ ile benzer şekilde şeffaflık yükümlülüğü getirilmiştir (m.31). Büyük ölçekli YZ sistemleri açısından YZ sisteminin yaşam döngüsü boyunca oluşabilecek risklerin tanımlanması, bunların azaltılması için önlem olarak risk yönetim sistemi sağlanması ve izlenebilirliği sağlama yükümlülükleri öngörülmüştür. Son olarak yerli olmayan sağlayıcılar içinse yerel bir temsilci bulundurma zorunluluğu getirilerek büyük ölçekli YZ sistemleri ve yüksek etkili YZ sistemleri için gereken sorumlulukların yerine getirilmesi aranmıştır (m.36).⁴²⁹

YZ Temel Yasası'nda belirtilen;

- i. Sunulan hizmetin YZ temelli olduğu konusunda kullanıcının bildirilmesi,
- ii. Yabancı sağlayıcılar açısından yerel bir temsilci bulundurmak,
- iii. Bir inceleme kapsamında YZ sisteminin durdurma, kapatma veya diğer düzeltici emirlere uymak şeklindeki kurallara uyulmaması halinde 30 milyon KRW'a kadar para cezaları öngörülmüştür (m.43).⁴³⁰

Güney Kore tarafından kabul edilen YZ yasasını genel olarak değerlendirdiğimizde; YZ kullanımının risklerine odaklanan ve inovasyonu engelleyici değil güvenli bir şekilde gelişmesini destekleyici bir yaklaşım sunduğunu söyleyebiliriz. Ancak yasaklı YZ kategorisi bulunmaması, YZ kullanımı için öngörülen yükümlülüklerin, insan haklarına çok ciddi etkisi olabilecek YZ uygulamalarına karşı yeterli korumayı sağlayıp sağlayamayacağı konusunda endişe yaratmaktadır.

⁴²⁹ “National Assembly Passes the AI Basic Act”, shinkim, <https://www.shinkim.com/eng/media/newsletter/2667?page=0&code=&keyword=> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

⁴³⁰ “The Korean AI Basic Act”.

Güney Kore’de sağlık alanında kullanılan YZ sistemlerine ilişkin düzenlemelerle ilgili olarak ABD’de yer alan FDA ile benzer bir nitelik taşıyan Gıda ve İlaç Güvenliği Bakanlığı’nın (Ministry of Food and Drug Safety -MFDS) yayınladığı bağlayıcı olmayan yönergelerin de önemli olduğu belirtilmektedir.⁴³¹ Bu yönergelerden biri “*Makine Öğrenimi Destekli Tıbbi Cihazlar için Onay ve İnceleme Yönergeleri (Tıbbi YZ Yönergesi)*” isimli metin olup burada “*makine öğrenimi destekli cihazlar*”, amacına ulaşmak için kısmen veya tamamen makine öğrenmesini kullanan tıbbi cihazlar şeklinde tanımlanmaktadır.⁴³² Ayrıca Tıbbi Cihaz Kanunu’na (Medical Devices Act) göre “*yazılım tıbbi cihazı*” kavramı kullanılmakta olup bunlar da bağımsız yazılım, entegre yazılım ve mobil tıbbi uygulamalar şeklinde ayrılmıştır.⁴³³ Bu düzenlemelere göre makine öğrenimi destekli bir cihaz, tıbbi cihaz kapsamında ise “yazılım tıbbi cihaz” olarak değerlendirilir ve şu yükümlülüklerle tabidir:⁴³⁴

- i. Geleneksel tıbbi cihazlarda olduğu gibi klinik etkinliklerini kanıtlamalıdır.
- ii. Tıbbi YZ için kullanılan eğitim veri seti için güncellemeleri de içerecek şekilde eğitim veri seti yönetim politikası oluşturulmalıdır.
- iii. Tıbbi YZ’nin bulut sunucusuna bağlı olduğu durumlarda bulut ortamının niteliklerine ilişkin açıklama yapmalı ve alınan güvenlik önlemlerini (erişim kontrolü, kişisel verilerin kimliksizleştirilmesi gibi) açıklamalıdır.

Ancak Tıbbi YZ Yönergesi ile getirilen düzenleme birkaç yönden sorunlu görülmektedir. Bazı yazılım türlerinin tıbbi cihaz sınıflandırmasının dışında tutulmak istenmesi, bu yükümlülüklerin bağlayıcı olmamasına bağlı olarak yargı makamları tarafından riayet edilmemesi, yalnızca amaçlanan kullanım için test edilmesi ve hasta açısından oluşacak risklerin dikkate alınmaması yönlerinden düzenlemenin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.⁴³⁵

⁴³¹ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.394.

⁴³² Solaiman ve Cohen, s.394.

⁴³³ Solaiman ve Cohen, s.394 ve 397.

⁴³⁴ Solaiman ve Cohen, s.398.

⁴³⁵ Solaiman ve Cohen, s.396-397.

4.2.3. Çin

Çin, YZ alanında önemli yatırımlar yapmakta ve Çinli şirketler tarafından üretilen YZ modelleri dünya çapında etki uyandırmaktadır. Çin, bu alanda küresel bir etki yaratabilmek için çeşitli stratejiler belirlemiş, 2017 yılında “Yeni Nesil YZ Geliştirme Planı (A new Generation of Artificial Intelligence Development Plan)” açıklamıştır.⁴³⁶ YZ kullanımının etik açıdan düzenlenmesi için ise Çin Hükümeti tarafından 2019 yılında “Yeni Nesil YZ için Yönetim İlkeleri: Sorumlu YZ Geliştirme (Governance Principles for New Generation AI: Develop Responsible AI)” şeklinde bir rapor yayınlanmış ve sekiz ilke belirlemiştir. Bunlar; uyum ve samimiyet, hakkaniyet ve adalet, kapsayıcılık ve paylaşım, özel hayata saygı, gizlilik-güvenlik ve kontrol edilebilirlik, sorumluluğun paylaşılması, açık iş birliği, çevik yönetim şeklinde sıralanmıştır.⁴³⁷

Çin’de YZ alanında yapılan çalışmalardan bahsederken halkın bilinçlendirilmesini ve bu sayede büyük teknoloji şirketlerini etik kurallara uygun hareket etmeye zorlanmasını hedefleyen 3.15 gösterilerini de zikretmemiz gerekir. Bu, her yıl 15 Mart’ta yayınlanarak YZ alanında tüketici haklarına yönelik büyük bir program olup program boyunca araştırmacı gazeteciler tarafından veri güvenliği, izinsiz yüz tanıma programları kullanılması gibi ürün güvenliği sorunları rapor edilmekte, bölüm sonunda ise hükümet temsilcileri tarafından yasal çözümler ve düzenlemeler tanıtılmaktadır.⁴³⁸ Bu program medya ve yasama organlarının ortak çabasının ürünüdür diyebiliriz. Ayrıca bu program ile politika belirleme odaklı bir yaklaşımdan ziyade düzenleyici uygulamaların tanımlanması ve popülerleşmesi için kamuoyu denetimi de sağlayan bir yaklaşım benimsendiği anlaşılmaktadır.⁴³⁹

Bu programın önemi, ilk bakışta somut bir zararı görülmeeyen izinsiz yüz tanıma teknolojisi kullanılması gibi durumlara ilişkin olarak halk nezdinde bir farkındalık yaratmasındadır. Bu da tüketicinin korunması için bir gerekliliktir. Ayrıca bu programda yanlış uygulamaların öznesi olan şirketlerin isimleri ifşa edilerek etkili bir kamuoyu oluşturulması

⁴³⁶ Dönmez, “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”, s.960.

⁴³⁷ Dönmez, s.960.

⁴³⁸ Xuenan Cao ve Lucas Power, “Controlled Carefully: How Consumer Care Legitimizes China’s AI Regulations”, *Information, Communication & Society*, 12 Mart 2025, s.1-2, <https://doi.org/10.1080/1369118X.2025.2474565> (Erişim Tarihi: 06 Mayıs 2025).

⁴³⁹ Cao ve Power, s.3.

sağlanmaktadır.⁴⁴⁰ Böylelikle tüketiciler, satın alma gücünü kullanarak yaptırım uygulayabilmektedir. Hâl böyle olunca şirketler açısından medyanın tepkisini çekmek, bir denetçinin tepkisini çekmekten daha büyük bir finansal risk teşkil etmektedir. Zira şirketlerin yasa dışı uygulamalarının ifşasının çok ağır sonuçları olabilmektedir. Bunun güçlü bir örneği; Cambridge Analytica skandalı⁴⁴¹ olarak anılan olayın, Facebook'un marka değişikliğine gitmesi kadar büyük etkiler uyandırmasıdır.⁴⁴² Kısacası 3.15 programı ile oluşturulan bilinç sayesinde şirketlerin teknolojik ürünleri tüketici tarafından dikkatle izlenmekte ve denetlenmektedir. Böylece şirketler, doğrudan tüketicinin finansal yaptırımlarına maruz kalmamak adına ürün güvenliği konusunda daha titiz hareket etmek üzere teşvik edilmektedir. Ayrıca YZ teknolojilerinin taşıdığı risklerin kabul edilebilirlik düzeyinin, bu teknolojinin güvenilirliği konusunda önem taşıması yönüyle de halkın YZ ve risklerine karşı olan tutumunu etkileyen programların önemli olduğunu söyleyebiliriz.⁴⁴³

4.2.4. Türkiye: YZ Alanında Regülasyon Çalışmaları ve Temel İlkeler

Türkiye'de YZ alanında henüz bağlayıcı özel bir yasal düzenleme mevcut değildir. Ancak bu alanda yapılan bazı ilkesel düzenlemelerden bahsedebiliriz. Ayrıca YZ alanında özel bir yasal düzenleme olmaması, bu alandaki hukuki uyumsuzlıklara uygulanacak hukuki kuralların olmadığı anlamına gelmemektedir. Örneğin YZ tarafından yapılan veri işleme faaliyetlerinde KVKK uygulanabilmektedir.⁴⁴⁴ Ancak yine de YZ'nin spesifik özelliklerine uygun bazı ilke ve kuralların oluşturulması, güvenli YZ kullanımı açısından önemlidir. Ülkemizde YZ kullanımına özel yürürlüğe girmiş herhangi bir yasal düzenleme bulunmamakla birlikte bu konuda çeşitli kurum ve kuruluşlarca yayınlanan bazı ilkelerden ve kanun çalışmalarına ilişkin tasarlardan söz edebiliriz.

⁴⁴⁰ Cao ve Power, s.8-9.

⁴⁴¹ Cambridge Analytica veri skandalı, Cambridge Analytica isimli şirketin 2014 yılından itibaren hukuka aykırı şekilde 50 milyon Facebook kullanıcısının kişisel verilerini toplaması ve bu verilerin 2015 ABD Ted Cruz'un seçim kampanyası ve 2016 Brexit oylaması gibi bazı politik olaylarda kullanılmasına ilişkin veri ihlallerine verilen bir isimdir. Detaylı bilgi için bkz. https://tr.wikipedia.org/wiki/Facebook-Cambridge_Analytica_veri_skandal%C4%B1 (Erişim Tarihi: 06 Mayıs 2025).

⁴⁴² Cao ve Power, s.12.

⁴⁴³ Johann Laux, Sandra Watcher, ve Brent Mittelstadt, "Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk", *Regulation & Governance* 18, sy 1 (06 Şubat 2023), s.7, <https://doi.org/10.1111/rego.12512> (Erişim Tarihi: 06 Mayıs 2025).

⁴⁴⁴ Çamkerten, "Yapay Zekanın Regülasyonu", s.43.

Bu konuda ilk çalışmalardan bir tanesi 2019 yılında İstanbul, İzmir ve Ankara Baroları tarafından yapılan ortak bir alıştay sonunda yayınlanmış olan “Yapay Zekâ Çağında Hukuk” başlıklı rapordur. Raporda; hukuk fakültelerinde bilişim hukuku derslerinin verilmesi ve bu alanda bir kadro oluşturulması,⁴⁴⁵ avukatlık mesleğinde YZ kullanımının artırılması,⁴⁴⁶ YZ teknolojileri kullanımında hukuki ve cezai sorumluluk halleri,⁴⁴⁷ Türk hukukunda YZ kullanımına ilişkin yumuşak hukuk kuralları (soft law) uygulanmasına ilişkin öneriler⁴⁴⁸ gibi konular ele alınmıştır. 2019 yılında ayrıca kamuda öncelikli projeler bakımından YZ uygulamalarına öncülük ederek koordinasyonun sağlanması amacıyla Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi (CBDDO) bünyesinde “Büyük Veri ve YZ Uygulamaları Dairesi Başkanlığı” kurulmuştur.⁴⁴⁹

CBDDO öncülüğünde hazırlanıp 20.08.2021 tarihli ve 31574 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren “Ulusal YZ Stratejisi 2021-2025” isimli doküman, Türkiye’nin YZ alanındaki çalışmalarını ve hedeflerini göstermesi bakımından önemlidir. Bu belgenin temel odak noktaları; eğitim sisteminin YZ teknolojisi ile uyumlaştırılması ve bu alanda uzmanların yetiştirilmesi, YZ alanında Ar-Ge alışmaları ve girişimcilik desteklenerek kaliteli veri ve teknik altyapıya erişim sağlanması, YZ için uygun bir etik ve hukuki çerçeve geliştirilmesi, YZ alanında uluslararası iş birliklerinin geliştirilmesi, YZ’nin istihdam ve meslekler üzerindeki etkisinin yönetilmesi, kurumlar ve firmalarda YZ uyum ve dönüşüm süreçlerinin yürütülmesi şeklinde özetlenebilir.⁴⁵⁰ YZ kullanımında benimsenmesi gereken temel değerler ve ilkeler de yine bu belge ile açıklanmıştır. Buna göre YZ kullanırken; insan hakları, demokrasi ve hukukun üstünlüğüne saygı, çevreyi ve biyolojik ekosistemi geliştirme, çeşitliliğin ve kapsayıcılığın sağlanması, barışçıl, adil ve birbirine bağlı toplum değerlerine ve ölçülük, emniyet ve güvenlik, tarafsızlık, mahremiyet, şeffaflık ve açıklanabilirlik, sorumluluk ve hesap verebilirlik, veri egemenliği, çok paydaşlı

⁴⁴⁵ M. Ayyüce Kızrak vd., “Yapay Zekâ Çağında Hukuk”, alıştay Raporu (İstanbul Barosu, İzmir Barosu, Ankara Barosu, 2019), s. 25-27, https://www.istanbulbarosu.org.tr/files/docs/Yapay_Zeka_Caginda_Hukuk2019.pdf (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

⁴⁴⁶ Kızrak vd., s.37.

⁴⁴⁷ Kızrak vd., s.53-64.

⁴⁴⁸ Kızrak vd., s.105-106.

⁴⁴⁹ “Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025” (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, Ağustos 2021), s.39, <https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

⁴⁵⁰ “Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025”, s.14-15.

yönetişim ilkelerine bağlı kalınması önerilmiştir.⁴⁵¹ YZ'nin etik ve hukuki çerçevesini belirleme hedefi aynı zamanda Adalet Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Planı'nda zikredilmiştir. Bu planda hukuk alanında YZ desteğinden daha fazla yararlanmak hedefleri üzerinde durulmuş, YZ temelli karar destek sistemleri oluşturmak ve YZ kullanımına ilişkin etik ve hukuki çerçeve oluşturmak hedeflerinden bahsedilmiştir.⁴⁵²

Ülkemizde KVK Kurumu tarafından, YZ kullanımında kişisel verilerin korunması yönünden dikkate alınması gereken tavsiyeler belirtilmiştir. Bu tavsiyelere baktığımızda yine risklere ve bu risklerin bertaraf edilmesine yönelik öneriler görmekteyiz. KVK Kurumu bu önerileri, YZ ile veri işlemenin risklerini göz önünde bulundurarak genel tavsiyeler; geliştiriciler, üreticiler ve servis sağlayıcılar için tavsiyeler; karar alıcılar için tavsiyeler olmak üzere üç başlık altında sıralamıştır.⁴⁵³

Görüldüğü üzere şu an için ülkemizde YZ alanında kapsayıcı ve bağlayıcı özel bir düzenleme mevcut değildir. Daha ziyade bazı kurumların YZ teknolojisi ile uyum sağlamak adına benimsediği bazı ilkeler ve tavsiye uygulamalar söz konusudur. Ancak bu konuda AB YZ Yasası gibi risk temelli bir yaklaşıma göre hazırlanmış olan “Yapay Zekâ Kanun Teklifi” 24.06.2024 tarihinde TBMM'ye sunulmuş olup halen komisyon incelemesindedir.⁴⁵⁴ Bu kanun teklifinde; YZ teknolojilerinin güvenli, etik ve adil kullanımının, YZ kullanımlarında kişisel verilerin ve mahremiyetin korunmasının hedeflendiği belirtilmiştir. Kanun teklifinin birinci maddesi ile YZ sağlayıcıları, dağıtıcıları, kullanıcıları, ithalatçıları, distribütörleri ve YZ sistemlerinden etkilenen kişileri kapsayan hükümler getirildiği belirtilmiştir. Teklifte üçüncü madde ile YZ geliştirilmesinde ve kullanılmasında benimsenecek temel ilkeler; güvenlik, şeffaflık, adillik, hesap verilebilirlik ve gizlilik olarak açıklanmıştır. YZ kullanımının risklerine odaklanılmış ve risk değerlendirilmesi yapılması gerektiği ve yüksek risk taşıyan sistemlere yönelik özel

⁴⁵¹ “Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025”, s.59-61.

⁴⁵² “T.C. Adalet Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Plan”, s.32, <https://rayp.adalet.gov.tr/resimler/1/dosya/adalet-bakanligi-stratejik-plan-2024-2028-29-04-20244-20-pm.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

⁴⁵³ “Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler” (Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Nisan 2025), s.10-16, <https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/7048/Yapay-Zeka-Alaninda-Kisisel-Verilerin-Korunmasına-Dair-Tavsiyeler> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

⁴⁵⁴ Kanun teklifini incelemek için bkz. <https://www.tbmm.gov.tr/Yasama/KanunTeklifi/e21539a0-888a-4500-81be-01904a918c53> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

önlemler alınması gerektiği belirtilmiştir. Yine beşinci maddenin devamında denetim makamlarının YZ sistemlerinin kanuna uygunluğunu denetlemek ve ihlal tespiti konusunda yetkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca altıncı maddede yasaklanan YZ uygulamaları, yükümlülüklerin ihlali, yanlış bilgi sağlanması gibi durumlarda uygulanacak yaptırımlar belirlenmiştir.

Belirtmek gerekir ki söz konusu teklifin bu haliyle kabul edilmesi pek mümkün görünmemektedir. Her ne kadar YZ alanında özel bir düzenleme yapılması için önemli bir adım olsa da düzenlemenin yeterince kapsamlı olmayışı ve mevcut hükümlerin pek çok açıdan eksiklikler barındırması nedeniyle bu tasarıda yer alan hükümlere göre YZ kullanımına dair etkili kuralların belirlendiğini söyleyemeyiz. Bu eksiklikleri örneklendirmek için; teklif metninde yüksek riskli sistemler için özel önlemler alınması öngörülmesine rağmen yüksek riskli YZ sistemlerinin ve özel önlemlerin neler olduğunun belirtilmemesinden, denetim makamı tarafından ihlal tespiti yapılabileceği belirtilmesine rağmen bu makama ilişkin tanımlayıcı bilgi ve kurallarının açıklanmamasından, yasaklanan YZ uygulamaları kullanılması ve yükümlülüklerin ihlali için yaptırım öngörülmesine rağmen bu yasaklı uygulamaların hangileri olduğu ve özelliklerinin belirtilmemesinden, aynı şekilde ihlal edilmemesi gereken yükümlülüklerin neler olduğunun açıklanmamasından bahsedebiliriz.

YZ sistemleri, hâlâ gelişimini sürdürmekte olup sınırları, yapabilecekleri tam olarak öngörülememektedir. Bu nedenle çoğunlukla bu sistemlerin kullanılmasına ilişkin genel birtakım kural ve ilkeler belirtilmek yeterli görülmüş, inovasyonu engellemeden bu sistemlerin zararlarından korunmak hedeflenmiştir. Ancak çok hızlı yaygınlaşan kullanımları ve taşıdığı risklerin boyutları değerlendirilerek bu konuda bağlayıcı yasal düzenlemeler getirilmeye başlanmıştır. AB YZ Yasası bunun ilk örneği olmakla birlikte bu düzenlemenin diğer ülkeler tarafından yapılacak olan yasal çalışmalar açısından bir rehber niteliği taşıyacağını söyleyebiliriz. Nitekim Güney Kore tarafından getirilen YZ Temel Yasası'nın pek çok açıdan AB YZ Yasası ile paralel düzenlemeler içermesi de bunun somut bir örneğini oluşturmaktadır.

Sağlık alanında kullanılan YZ sistemleri açısından ise; AB YZ Yasası ve YZ risklerine odaklanan diğer yasal düzenlemelerin ile düzenleyici ilkelerin, YZ kullanımına dayalı riskleri yönetmek açısından yeterli olup olmadığı incelenmelidir. Bu değerlendirmenin

sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için bu çalışmada öncelikle sağlık alanında kullanılan YZ uygulamaları örneklendirilmiş ve bunların mevcut ve potansiyel riskleri hakkında açıklamalar yapılmıştır. Sonrasında risk temelli yaklaşımı esas alan ilk bağlayıcı düzenleme olan AB YZ Yasası ile belirlenen risk kategorileri, bu kategoriler için getirilen yükümlülükler ve sağlıkta kullanılan YZ sistemlerinin hangi durumlarda hangi kategori altında değerlendirilebileceği açıklanmıştır. Tüm bu bilgiler çerçevesinde bir sonraki bölümde sağlık alanındaki YZ kullanımlarının risk temelli yaklaşım bağlamında genel değerlendirmesi yapılarak; bu sistemlerin kullanılmasında risk temelli yaklaşım ile yapılan yasal düzenlemelerin etkinliği ve sınırlılıkları, inovasyonun desteklenmesi ve güvenliğin sağlanması arasındaki dengenin korunması konuları incelenecektir. Nihayetinde sağlık alanındaki YZ kullanımı ile ilişkili olan aktörlere yönelik öneriler açıklanacaktır.

5. SAĞLIKTA YZ KULLANILMASININ RİSK TEMELLİ YAKLAŞIM BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Risk temelli regülasyonlardan bahsederken AB YZ Yasası, Colorado SB24-205 sayılı yasa, Güney Kore YZ Temel Yasası ile ABD, Çin ve Türkiye’de hükümetler ve çeşitli kurumlar tarafından getirilen bazı düzenleyici ilkeler çalışmamızda açıklanmıştır. Tüm bunların arasında, YZ sistemlerinin risk gruplarına ayrılmasına ilişkin çerçeveyi ve bu gruplar için öngörülen yükümlülükleri en detaylı şekilde ortaya koyan regülasyon, AB YZ Yasası olarak görünmektedir. Bu nedenle bu bölümde sağlık alanındaki YZ sistemlerinin, risk temelli yaklaşıma göre değerlendirmesi yapılırken daha ziyade AB YZ Yasası düzenlemeleri dikkate alınacaktır.

5.1. Sağlıkta YZ Kullanımında Regülasyonların Etkinliği ve Sınırlılıkları

Çalışmamızın üçüncü bölümünde sağlıkta YZ kullanılması halinde gündeme gelebilecek riskler, örneklerle açıklanmıştır.⁴⁵⁵ Bu riskler; veri gizliliği ve güvenlik, algoritmik hatalar ve önyargılar, etik ve hukuki sorunlar, sağlık çalışanlarının YZ sistemlerine uyumu, insan-makine etkileşimi ve güven kategorileri altında sıralanmış bu gruplandırma dışında kalan bazı riskler ise ayrı bir başlıkta incelenmiştir. Burada literatür taraması çerçevesinde bazı

⁴⁵⁵ Bölüm 3. “Yapay Zekânın Sağlık Alanında Taşıdığı Riskler ve Bunların Azaltılması için Alınabilecek Önlemler”.

özüm önerileri sunulmuş ise de bu riskler ve açıklanan çözüm önerileri, AB YZ Yasası kapsamında kategorik düzenlemeye uygun olarak ayrıca değerlendirilecektir.

5.1.1. Minimum Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi

AB YZ Yasası kapsamında bir YZ sisteminin minimum riskli olarak değerlendirilebilmesi için ciddi bir zarar tehlikesi barındırmıyor olması ve diğer kategoriler altında sayılmamış olması gerekiyor. Bu kategoriye giren sağlık sektöründe kullanılan YZ sistemlerine; ilaç Ar-Ge süreçlerindeki ve sağlık hizmetinin planlanmasına yönelik idari işlemlerdeki kullanımların örnek olarak gösterildiğini ifade etmiştik.⁴⁵⁶ çalışmamızda bahsetmiş olduğumuz diğer tıbbi YZ uygulamalarını minimum riskli YZ grubunun tanımı çerçevesinde değerlendirdiğimizde; hastaların kullanacağı mobil cihazlar vasıtasıyla ilaç dozlarının kaçırılması, geciktirilmesi veya hatalı doz alınması gibi durumlarda sağlık çalışanlarına bildirim göndermek üzere tasarlanan algoritmaları;⁴⁵⁷ sağlık merkezlerinin tıbbi malzeme tedarik süreçlerinde ve rutin görevlerin yapılmasında, sağlık merkezinde dolandırıcılık ve israf durumlarının denetim ve tespitinde, randevu planlamalarında, sağlık merkezinde yatışı yapılacak hastalar için boş yatak durumu kontrollerinde, MRI ve BT gibi tetkiklerin yapılmasına ilişkin planlamalarda kullanılan YZ sistemlerini;⁴⁵⁸ Covid-19 pandemisi sürecinde riskli bölge tespitleri yapılmasında, hava ve su kirliliği gibi çevresel faktörlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin analizinde kullanılan YZ sistemlerini⁴⁵⁹ bu grupta sayabiliriz.

Bu gruptaki YZ sistemlerinin ciddi bir zarar potansiyeli taşımıyor olması nedeniyle AB YZ Yasası'nda zorunlu bir yükümlölük öngörölmemiş ancak diğer risk grupları için getirilen yükümlölüklere uyum açısından teşvik edilmesi düzenlenmiştir. Bunun bir sebebi inovasyonu engelleyecek katı kurallar getirmekten kaçınmak olabilir. Ancak YZ sistemlerinin öngörölmemeyen riskleri de söz konusu olabildiği için herhangi bir YZ grubunun hiçbir yükümlölüğe tabi tutulmamasının özellikle izlenebilirlik açısından sorun teşkil edeceği kanaatindeyiz.

⁴⁵⁶ Bölüm 4.1.3.4. "Minimum Riskli YZ Sistemleri".

⁴⁵⁷ Bölüm 2.4. "İlaç Geliştirilmesi ve Test Edilmesi ile İlaçla Tedavi Alanlarında YZ Kullanımı".

⁴⁵⁸ Bölüm 2.5. bölüm, "Sağlık Hizmetlerinin Yönetimi ve Planlanmasında Kullanımı".

⁴⁵⁹ Bölüm 2.7. "Kamu Sağlığı Gözetiminde YZ Kullanımı".

Bu gruba dahil olan YZ sistemleri açısından riskleri değerlendirdiğimizde veri gizliliğine ilişkin sorunlardan bahsedilebilir. Her ne kadar minimum riskli YZ için yasada herhangi bir yükümlülük düzenlenmediyse de AB veri koruma mevzuatı olan GDPR'nin uygulama alanında kalan tüm sistemler için burada kişisel veri korumasına ilişkin önlemlerin alınması gerekecektir. Dolayısıyla sağlık merkezleri, özellikle hasta verilerine erişim sağlayan YZ sistemleri açısından, GDPR hükümlerine uyumu kontrol etmeli ve ilgili sistemin ihtiyaçlarına uygun şekilde bu çalışmada zikrettiğimiz gizlilik artırıcı yöntemlerden bir veya birkaçını uygulamalıdır.

Algoritmik hata ve önyargı tehlikesinin, minimum risk grubundaki sistemler açısından bir zarara sebep olma potansiyelinin çok düşük olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü bu sistemlerde genellikle çıktı; hasta için önemli alanlarda doğrudan kullanılmamakta, genellikle bir sağlık çalışanına veya hastane yönetimine iletilmekte ve bu kişilerce karar aşamasında yalnızca değerlendirme unsuru olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu konuda ek bir yükümlülük getirilmemiş olması bizce yerindedir.

Etik ve hukuki açıdan minimum riskli YZ sistemleri açısından değinebileceğimiz en önemli sorunlardan bir tanesi sorumluluğun tespiti olabilir. Bilindiği üzere AB YZ Yasası'nda yalnızca YZ sistemlerinin kullanılabilmesi için öngörülen bazı yükümlülükler ile buna uygun davranmamanın neticesinde uygulanacak yaptırımlar düzenlenmiştir. YZ kullanımından doğan zararlara ilişkin sorumluluk rejiminin nasıl olacağı yasada belirtilmemiştir. Bu grupta yer alan sistemlerin kullanımına ilişkin sicile kayıt yükümlülüğü öngörülmediğinden, çok muhtemel olmasa dahi gerçekleşecek bir somut zarar durumunda bu sistemin izlenebilirliği ve dolayısıyla zarara bağlı sorumluluğun tespiti çok daha zor olabilir.

Minimum risk grubundaki sistemler genellikle çok karmaşık olmayan kullanım özelliklerine sahip olsalar ve genellikle hayati alanlarda kullanılsalar da en azından basit düzeyde bir teknik bilgi gerektirecektir. Bu nedenle bu sistemleri kullanacak olan sağlık çalışanlarının, gerekli teknik eğitim ve sertifikasyon süreçlerini tamamlaması gerektiğine ilişkin önlemlerin alınması yasada öngörülebilirdi. Bu yönde bir yükümlülük öngörülmemesini eksiklik olarak değerlendirebiliriz.

İnsan-makine etkileşimi açısından değerlendirdiğimizde, bu grupta yer alan sistemlerin tıbbi süreçlere ilişkin olarak hastalar ile doğrudan bir etkileşimi bulunmadığından, yasada bu konuda ek bir yükümlülük öngörülmemiş olmasının yerinde olduğunu söyleyebiliriz.

Özetle; minimum riskli YZ uygulamaları için risk düzeyinin düşüklüğü gözetilerek katı kurallara tabi tutulmaması yerinde olmakla birlikte bu sistemlerin sağlık alanındaki kullanımın daha güvenli olabilmesi için; GDPR'deki veri güvenliği kurallarına uyumun denetlenebileceği bir sistem oluşturulması, risk düzeyi minimum olsa da YZ sisteminin öngörülemezliği göz önünde bulundurularak en azından bu sistemlerin kayıt altına alınması ve izlenebilirliğin sağlanması adına sicile kayıt yükümlülüğü getirilmesi, bu sistemlerin sağlık çalışanları tarafından kullanılabilmesi için basit düzeyde olsa dahi bir eğitim veya sertifikasyon süreci gerekliliği öngörülebilirdi. Kanaatimizce bu alanlarda önerdiğimiz düzenlemeler, inovasyonu engelleyecek nitelikte değildir. İnovasyonun bazı prosedürlere tabi tutulmak suretiyle geciktirilmesi eleştirisi karşısında ise güvenliğin sağlanması için alınacak bu tedbirlerin gerekli olduğunu ifade ederek bir denge oluşturulabileceğini söyleyebiliriz.

5.1.2. Sınırlı Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Sınırlı risk grubu olarak ifade edilen YZ sistemleri için AB YZ Yasası'nda sağlayıcılar ve kullanıcılar için şeffaflık yükümlülükleri öngörülmüş ve bu gruptaki YZ sistemleri; gerçek kişilerle doğrudan etkileşime girecek şekilde tasarlanan veya geliştirilen sistemler ile sentetik ses, görüntü, metin veya video üreten sistemler olarak belirtilmiştir.⁴⁶⁰

Sınırlı riskli YZ sistemleri hakkında açıklamalar yaparken sağlık alanında kullanılan ve bu kategoriye giren sistemleri örneklendirmiştik.⁴⁶¹ Bunların yanı sıra bu çalışmada sağlık alanında kullanılan YZ teknolojileri hakkında bilgi verdiğimiz bölümde bahsedilen sistemleri değerlendirdiğimizde; alerji ve immünoloji alanında teşhis ve tedavide kullanılan sohbet robotlarını,⁴⁶² hastalara psikolojik destek sağlayan ve tavsiyelerde bulunan terapi robotlarını,⁴⁶³ sağlık çalışanlarına yönelik eğitimlerde kullanılmak üzere engelli hasta veya

⁴⁶⁰ Bölüm 4.1.3.3. “Sınırlı Riskli YZ Sistemleri”.

⁴⁶¹ Bölüm 4.1.3.3. “Sınırlı Riskli YZ Sistemleri”.

⁴⁶² Bölüm 2.1.1. “Tarama ve Teşhis Aşamasındaki Kullanımlar” ve Bölüm 2.3.2. “Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar”.

⁴⁶³ Bölüm 2.3.2. “Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar”.

nadir hastalıklardan birini taşıyan hasta olarak simüle edilerek hasta ile iletişim konusunda sağlık çalışanı eğitimlerinde kullanılabilecek sohbet robotlarını⁴⁶⁴ sınırlı riskli YZ sistemleri grubunda değerlendirebiliriz.

AB YZ Yasası ile sınırlı riskli YZ sağlayıcı ve kullanıcıları için getirilen yükümlülük, şeffaflık olarak ifade ettiğimiz, kullanıcıya YZ ile etkileşim halinde olduğunun ve/veya karşılaştığı çıktının YZ sistemleri tarafından üretildiğinin bildirilmesi yükümlülüğüdür. Bunun yanı sıra diğer AB mevzuatında öngörülen kişisel verilerin işlenmesine ilişkin kurallara uyum yükümlülüğünün geçerli olmaya devam edeceği belirtilmiştir. Hastaların YZ sistemleri ile doğrudan muhatap olduğu sistemlere ilişkin şeffaflık yükümlülüğü getirilmesi yerinde olmakla birlikte belirli durumlar için insan gözetiminin öngörülmemiş olması, sicile kayıt yükümlülüğü getirilmemesi nedeniyle izlenebilirlik açısından oluşabilecek sorunlar açısından AB YZ Yasası'nın sınırlı riskli YZ sistemleri için getirilen düzenlemelerin yetersiz olduğunu söyleyebiliriz.

Veri gizliliği ve güvenlik yönünden sınırlı riskli YZ sistemlerinin AB veri koruma mevzuatına tabi olduğu yasada açıkça belirtilmiştir. Bu son derece yerinde olmakla birlikte bir önceki bölümde belirttiğimiz üzere bu grup içerisinde yer alan YZ sistemlerinin kullanıcılarına da sistemin GDPR ile uyumlu olduğunu kontrol etme ve bunu belgeleme yükümlülüğü yüklenebilirdi.

Bu sistemlerin potansiyel riskleri sınırlı olduğundan algoritmik hata ve önyargıya ilişkin olarak ek yükümlülük öngörülmemiş olması yerindedir. Ancak algoritmanın yanılma payı hakkında şeffaflık yükümlülüğü göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sistemleri kullanan kişilere algoritmanın hata payı hakkında bilgi verilmeli, kullanıcıların sistemden aldıkları bilgileri teyit etmeleri gerektiği bildirilmelidir. Özellikle teşhis ve tedavi alanlarında hekimlere yardımcı olan sohbet robotları açısından düşündüğümüzde hekimlerin bu sonuçları kullanırken tedbirli hareket etmesi açısından bu bilgilendirme önemlidir. Ayrıca risk düzeyi sınırlı olarak ifade edilse de YZ sisteminin algoritmik hata oranına ilişkin bir üst sınır getirilerek belli bir düzeyin üzerinde hata veren sistemler yeniden eğitime zorunluluğuna tabi tutulabilirdi.

⁴⁶⁴ Bölüm 2.6. “Sağlık Çalışanlarının Eğitim Süreçlerinde ve Klinik Araştırmalarda YZ Kullanımı”.

Etik ve hukuki riskler ile sağlık alışanlarının YZ sistemlerine uyumu konusundaki riskler açısından minimum riskli YZ sistemlerinde zikrettiğimiz onerileri yineleyebiliriz. İzlenebilirliğin sağlanabilmesi ve olası bir zarardan dolayı sorumluların tespit edilebilmesi için sınırlı riskli YZ sistemlerine yönelik olarak sicile kayıt yükümlülüğü getirilebilir, sağlık çalışanlarının bu sistemlerin çalışma prensiplerine vakıf olması adına bir eğitim ve sertifikasyon zorunluluğ rrlebilir.

İnsan- makine etkileşimi konusundaki risklerden bahsederken hastalık sürecinin zorlukları ile uğraşan hastanın insan desteğinden yoksun kalmasının, yalnızca makine ile etkileşimde olmasının, intihara kadar gidebilen olumsuz sonuçları olabileceğinden bahsetmiştik.⁴⁶⁵ Bu, önemli bir risk olup sağlık alanında kullanılacak YZ sistemleri açısından dikkatle ele alınmalıdır. Sınırlı riskli bazı YZ sistemleri açısından bu gibi risklerin ne geçilebilmesi açısından insan gözetiminin gerekli olduğu kanaatindeyiz. Çünkü hastalığın ne olduğuna ve hastanın kişisel özelliklerine göre değişkenlik gösterecek olmakla birlikte; hastalar zaman zaman kırılgan olabilmekte ve insan desteğine, empatiye ve duygusal olarak anlaşılmış, görülmüş olmaya ihtiyaç duyabilmektedir. Makine tarafından bunun görülmemesi halinde kişinin ruhsal dünyasında bazı zararlar oluşabilir veya artış gösterebilir. Bunun önlenebilmesi için örneğin terapi botu olarak kullanılan YZ sistemleri gibi doğrudan ruhsal iyilik arayışında olan hastalara yönelik uygulamalarda gereken durumlarda insan gözetiminin devreye alınabileceği bir sistem kurulması ykmllk olarak rrlebilir.

Özetle; bu sistemler için rrlen şeffaflık yükümlülüğü ile bireysel kullancılardan YZ ile etkileşimde olduğunun bildirilmesi ve ıktıların YZ tarafından retildeğinin bildirilme yükümlülüğü yerindedir. Ancak bu ykmllk kapsamına sınırlı YZ grubundaki sistemlerin algoritmik hata oranları hakkında bilgi verilmesi de eklenebilir. Ayrıca sağlık çalışanlarının yeterli teknik bilgiye sahip olması için bir eğitim ve sertifikasyon sürecinden geçirilmesine ilişkin ykmllkler rrlebilir. Özellikle psikolojik tedavilerdeki kullanıma örnek gösterebileceğimiz terapi robotları açısından gereken durumlarda insan gözetiminin devreye alınabileceği bir sistem getirilmesi yükümlülüğü rrlebilir. Bu

⁴⁶⁵ Bölüm 3.6. “İnsan-Makine Etkileşimi ve Güven”.

şekilde YZ sistemlerinin sağlık alanında daha güvenli bir şekilde kullanılmasının temin edilmiş olacağı kanaatindeyiz.

5.1.3. Yüksek Riskli Tıbbi YZ Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Yüksek riskli YZ sistemleri, AB YZ Yasası Ek 3'te sayılan ve temel haklar, sağlık ve güvenlik açısından önemli tehlike oluşturan sistemler olarak belirtilmiş ayrıca diğer AB mevzuatı kapsamında üçüncü taraf uygunluk değerlendirmesine tabi tutulması öngörölmüş olan sistemler de bu grupta sayılmıştır. Ek 3'te yer alan listede yüksek riskli YZ sistemleri; biyometrik sistemler, kritik altyapılar, genel ve mesleki eğitim, istihdam, personel yönetimi ve serbest mesleğe erişim, temel ve özel kamu hizmetlerine erişim ve bunlardan yararlanma, kolluk kuvvetleri faaliyetleri, göç, iltica ve sınır kontrolü yönetimi, adaletin sağlanması ve demokratik süreçler başlıkları altında sıralanmıştır. Ancak her ne kadar yüksek riskli sistemler için genel birtakım sınırlar belirtilmişse de hangi sistemlerin yüksek riskli kabul edileceğinin net bir şekilde ayırt edilmesi güçtür. Nitekim AB tarafından bu hususun gözetildiğini ve bu kategoriye giren YZ sistemlerini örnekler ile açıklayacakları bir kılavuz yayınlanmasının planlandığını ifade etmiştik.⁴⁶⁶

Yüksek riskli YZ sistemleri için yasada tanımlanan niteliklere bakarak daha önce bahsettiğimiz; tümöre yüksek doz radyasyonu farklı açılardan uygulayarak sağlam dokulara zarar vermeden tedavi sağlayabilen radyo cerrahi sistemi olan “Cyber Knife” robotunun,⁴⁶⁷ öncelikli tedavi alması gereken hastaları belirleyen ve hastaları risk durumuna göre sınıflandırarak müdahale planlarını hazırlayan IBM Phytel sisteminin,⁴⁶⁸ K'Watch isimli bir uygulama ile hastanın şeker düzeyini sürekli olarak kontrol altında tutan ve gerekli durumlarda hasta vücuduna yerleştirilen insülin pompaları aracılığıyla hastanın alacağı insülin miktarına karar verebilen YZ sistemlerinin⁴⁶⁹ yüksek riskli YZ kategorisine ait olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca sağlık alanındaki kullanılan yüz tanıma teknolojilerinin yüksek riskli kategoriye girdiği ifade edilmektedir.⁴⁷⁰ Bu sistemlerin sağlık alanında daha

⁴⁶⁶ Bölüm 4.1.3.2. “Yüksek Riskli YZ Sistemleri”.

⁴⁶⁷ Bölüm 2.3.1. “Cerrahi Alandaki Kullanımlar”.

⁴⁶⁸ Bölüm 2.3.2. “Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar”.

⁴⁶⁹ Bölüm 2.3.2. “Tedavi Alanındaki Diğer Kullanımlar”.

⁴⁷⁰ Solaiman ve Cohen, *Research handbook on health, AI and the law*, s.54.

kritik rollerde kullanılması nedeniyle daha fazla risk barındırmaktalar ve buna göre alınması gereken önlemlerin de daha titiz bir şekilde ele alınması gerekmektedir.

Yüksek riskli YZ ile ilgili veri gizliliği konusundaki en temel risklerden bir tanesi, bu sistemlerin sağlık verisi işleme ve bu veri işleme faaliyeti esnasında veri koruma mevzuatına uyumun sağlanıp sağlanmadığı konusudur. Bu konuda AB YZ Yasası, diğer AB mevzuatının da bu yasa ile birlikte uygulanacağını belirterek veri işleme faaliyetlerinin GDPR ile uyumlu olmasını öngörmektedir. Türkiye'nin veri koruma otoritesi olan KVK Kurumu ise YZ sistemlerinin kişisel veriler üzerindeki risklerinin önlenmesi adına yayınladığı tavsiyelerde; temel hak ve özgürlüklerin korunmasına odaklanan, hukuka uygun, dürüstlük, ölçülülük, hesap verilebilirlik, şeffaflık, kişisel verilerin doğru ve güncel olması, kişisel veri kullanımının amacının belirli ve sınırlı olması ilkelerini benimseyen, veri işleme faaliyetine ilişkin potansiyel riskleri, demokrasiyi, sosyal ve etik ilkeleri gözetken, tasarım aşamasından itibaren ilgili mevzuatlara uyum sağlayan, özel nitelikli kişisel verileri işleme halinde bu verilerin korunması için teknik ve idari tedbirler konusunda daha özenli, kişisel verileri mümkün olduğunca anonim hale getirerek işleyen, kullanıcıya veri işleme faaliyetini durdurma opsiyonu tanıyan sistemlerin kullanılmasını önermektedir.⁴⁷¹ Bu ilkeler ile uyum sağlanması ise çalışmamızda bahsettiğimiz PET'ler⁴⁷² ile sağlanabilir. Örneğin farklı veri kaynakları üzerindeki verilerin şifreli olarak bir araya getirilmesine ve hesaplamaların şifreli veriler üzerinden yapılmasına imkân sağlayan homomorfik şifreleme yoluyla veya kullanıcının modeli kendi eğitim verileri ile paylaşması ve modelin eğitimi için verileri başka kurum ve kişilerle paylaşmak zorunda kalmamasını sağlayan federe öğrenme yöntemiyle özel nitelikli kişisel verilerin daha güvenli bir şekilde işlenmesi sağlanabilir. Ayrıca AB YZ Yasası'nda yüksek riskli YZ kullanıcısı için öngörülen veri koruma etki değerlendirmesi yapma yükümlülüğü, veri gizliliğini ve güvenliğini sağlamak açısından risklerin bertaraf edilmesinde etkili olabilir.

Yüksek riskli modellerin kullanımında güvenliğin sağlanması hayati önem taşır. Bu konuda daha önce örnek verdiğimiz şekilde;⁴⁷³ kan şekeri ve insülin kontrolü ve dengesi için vücuda yerleştirilen pompaların veya ritim bozukluğu nedeniyle vücuda yerleştirilen

⁴⁷¹ “Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler”, s.10-14.

⁴⁷² Bölüm 3.1. “Veri Gizliliği ve Güvenlik Sorunları”.

⁴⁷³ Bölüm 3.1. “Veri Gizliliği ve Güvenlik Sorunları”.

elektroşok cihazlarının siber saldırıların hedefi olması halinde cinayete varacak olaylar yaşanabilir. Bu nedenle bu sistemlerin kullanımında üst düzey siber güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. AB YZ Yasası ile yüksek riskli YZ kullanımı için getirilen; sistemin loglarının tutulması ve izlenebilirliğin sağlanması, siber güvenlik standartlarının oluşturulması ve bunların sürdürülmesi yükümlülükleri güvenlik risklerini bertaraf etmek açısından yerindedir. Bu yasada ayrıca yüksek riskli YZ sistemlerinin uygunluk değerlendirme sürecinden geçirilmesi yükümlülüğü getirilmiş olup siber güvenlik standartları da bu uygunluk değerlendirmesi esnasında denetlenmiş olacaktır. Aksi halde bu standartların, yeterli korumayı sağlayıp sağlamadığı denetlenmeyeceğinden YZ sisteminin güvenilirliği konusunda soru işaretleri oluşabilir.

Yüksek riskli YZ sistemlerinin sağlık alanında daha kritik aşamalarda kullanılıyor olmasına bağlı olarak bu sistemin, algoritmik hata veya önyargı sorunu taşıması halinde bu sistemlerin çıktılarının sebep olacağı zararlar çok büyük olabilir. YZ algoritmalarının her zaman doğru sonuçlar vermeyebileceği, halüsinasyon olarak adlandırılan var olmayan bilgiler üretebileceği bilinmektedir. Sağlıkta bu şekilde bir hatanın; yanlış, eksik veya gereksiz tıbbi müdahaleye sebep olabileceğinden bahsetmiştik.⁴⁷⁴ Ayrıca algoritmik yanlılık nedeniyle hastalar ayrımcılığa uğrayabilir, sağlık hizmeti alırken eşitsizliğe maruz kalabilir. Bu eşitsizliklerin; cinsiyet, etnik köken, yaş, coğrafi konum, sosyoekonomik durum gibi çeşitli alanlarda yaşanabileceğine, yaşanmış ve yaşanabilecek eşitsizlik örneklerine, algoritmik önyargının çoğu zaman modelin eğitim ve test süreçlerinde kullanılan veri setinin kalitesine bağlı olduğuna daha önce değinmiştik.⁴⁷⁵ AB YZ Yasası'nda yüksek riskli YZ kullanımı için getirilmiş olan; modelde kullanılan veri setleri için veri yönetim uygulamaları kullanılması, özellikle sağlık üzerinde olumsuz etki oluşturabilecek algoritmik önyargıya karşı gerekli önlemlerin alınması, algoritmanın doğruluğu ve dayanıklılığı için standartlar oluşturulması, modelin uygunluk değerlendirme sürecinden geçirilmesi, gereken yetkinliğe sahip kişiler ile insan gözetimi sağlanması, girdi verilerinin kullanım amacı açısından ilgili olduğunun ve yeterli temsili sağladığının kullanıcı tarafından kontrol edilmesi yükümlülükleri ile algoritmik hata ve yanlılık riski önemli ölçüde azaltılabilir. Ancak bu sistemlerin sağlık alanında kullanımında ortaya

⁴⁷⁴ Bölüm 3.3. "Algoritmik Hatalar".

⁴⁷⁵ Bölüm 3.2. "Algoritmik Önyargılar".

ıkabilecek zararların boyutu gözetilerek modelin doğruluk ve dayanıklılığı için getirilecek standartların ve önyargı konusunda alınabilecek teknik önlemlerin neler olduğunun sağlayıcıya bırakılmadan yasa ile veya YZ denetim otoritesi tarafından dzenlenebilirdi. Böylece burada bahsedilen “standartlar” ve “nlem listesi”, ilgili YZ denetim otoritesi tarafından hızla gelişen teknolojiye uygun olarak güncellenebilir ve riskler minimize edilebilir.

Yüksek riskli YZ sistemleri açısından etik ve hukuki risk oluşturan durumları; sağlık alanındaki YZ kullanımından doğan sorumluluğa özel bir hukuki çerçevenin bulunmayışı, sorumluluk tespiti ve hesap verilebilirlikte yaşanacak zorluklar ve şeffaflık eksikliği olarak ifade etmiştik.⁴⁷⁶ öncelikle belirtmek gerekir ki AB YZ Yasası’nda öngörülen logların tutulması ve sistem çıktısının kullanıcılar tarafından yorumlanabileceği şeffaflıkta yapılması yükümlülükleri hesap verilebilirliğe ve şeffaflık eksikliğine bağlı risklerin azaltılması için etkili çözümler sunabilir. Aynı şekilde kullanıcıların, gerçek kişiler hakkında alınacak kararlarda YZ kullanıyorsa bu durumu gerçek kişilere bildirme yükümlülüğü de şeffaflık yükümlülüğünün bir başka yansıması olarak görülebilir ve etik sorunların giderilmesi için oldukça yerinde bir düzenlemedir. YZ kullanımından doğan sorumluluğun tespiti açısından ise AB tarafından “YZ Sorumluluk Direktifi” şeklinde bir teklif metni hazırlanmış ise de onay süreçlerinin tamamlanması mümkün olmamıştır. Ancak elbette bu, YZ kullanımından doğan zararlar açısından sorumluluk doğmayacağı anlamına gelmemektedir. Herlkenin kendi mevzuatında öngörülen zarardan sorumluluk hükümleri, YZ nedeniyle doğan zararlar açısından uygulama alanı bulacaktır.

Sağlık alışanlarının YZ ile iş birliği yapabilmesinin, bu sistemleri doğru kullanabilmesinin öneminden ve mevcut durumda sağlık çalışanlarına yönelik eğitimlerin YZ ile yeterince uyumlaştırılmamış olduğundan bahsetmiştik.⁴⁷⁷ AB YZ Yasasında yüksek riskli YZ kullanımı için getirilmiş olan; eğitim, yetkinlik ve yetki sahibi insanlardan oluşacak şekilde insan gözetimi sağlanması yükümlülüğü getirilmesini sağlık çalışanları gözetiminde kullanılacak olan tıbbi YZ sistemleri için de düşünebiliriz. Bu durumda sağlık alışanlarının YZ kullanımı esnasında insan gözetimi yükümlülüğünü yerine getirebilmesi için gereken

⁴⁷⁶ Bölüm 3.4. “Etik ve Hukuki Sorunlar”.

⁴⁷⁷ Bölüm 3.5. “Sağlık alışanlarının YZ Sistemlerine Uyumu”.

eğitimi almış ve gereken yetkinliğe sahip olmasının AB YZ Yasası ile düzenlenmesi yerindedir. Ancak bu yükümlülüğün yerine getirilmesinin yanı sıra sağlık eğitimi müfredatının YZ sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması ile paralel şekilde uyumlaştırılması da elzemdir.

Sağlıkta YZ kullanılmasının insan-makine etkileşimi açısından risklerinden bahsederken; hekimin hasta ile ilgili bilgileri doğrudan hastadan almak yerine makine vasıtasıyla elde etmesinin dezavantajlarına, YZ sistemi kullanılarak yapılan bir tedavi sürecinde hastanın duygusal destekten yoksun kalma ihtimaline, sağlık hizmetinin insansızlaşması riskine değinmiştik.⁴⁷⁸ Yüksek riskli YZ sistemleri açısından AB YZ Yasası ile “insan gözetimi” yükümlülüğü getirildiği için bu yükümlülüğe uygun kullanımlar açısından bu risklerin minimize edileceği kanaatindeyiz. Bu risklerin tamamen ortadan kalkması için ise sağlık çalışanlarına YZ sistemlerine ve bu sistemleri kullanırken hastaların duygusal ihtiyaçlarının göz ardı edilmemesine yönelik eğitimler verilmesi düşünülebilir.

Tüm bu hususlar kapsamında genel bir değerlendirme yapacak olursak; AB YZ Yasası ile yüksek riskli YZ sistemlerinin neler olduğuna ilişkin bir çerçeve çizilmiş olsa da risk değerlendirmesinin kısmen sağlayıcıların inisiyatifine bırakılmış olması nedeniyle yükümlülükler kapsamında kalan YZ sistemlerinin belirlenmesinde bazı suistimaller oluşabilir. Üstelik YZ sisteminin önemli bir risk oluşturup oluşturmadığının sağlayıcılara bırakılmış olmasının, liste ile belirlenen yüksek riskli kategorinin kesinliğini zayıflattığı da belirtilmiştir.⁴⁷⁹ Ancak Avrupa Komisyonu tarafından yüksek riskli olan ve olmayan YZ sistemlerine ilişkin örnekler ve bunun tespitinde yardımcı olacak kılavuzlar çıkarılmasının öngörülmesi ile bu sorunun önlenmesinin hedeflendiğini söyleyebiliriz. Sağlık alanında kullanılan YZ sistemlerinin birçoğu yüksek riskli kategori altında değerlendirilecek olmakla birlikte bu sistemlerin hem sağlayıcıları hem de kullanıcıları için bir dizi yükümlülükler öngörülmüş olması, potansiyel risklerin ve zararların önlenmesi için büyük ölçüde yeterlidir.

⁴⁷⁸ Bölüm 3.6. “İnsan-Makine Etkileşimi ve Güven”.

⁴⁷⁹ Smuha ve Yeung, “The European Unions’s AI Act”, s.242.

5.1.4. Genel Amaçlı YZ Uygulamalarının Sağlıkta Kullanılması

Genel amaçlı YZ sistemlerinin sistemik risk taşıdığı belirtilerek ayrı bir kategoride düzenlendiği, genellikle birden çok görevi yapabilecek şekilde tasarlanmış olan büyük dil modellerinin bu kategoride olduğu ve bu risk grubu için ayrı birtakım yükümlülükler öngörüldüğü daha önce ifade edilmişti.⁴⁸⁰

Bu sistemlerin sağlıkta kullanımı halinde oluşabilecek riskleri özetleyecek olursak; siber saldırılara açık olması ve bu nedenle veri güvenliğine ilişkin endişelere sebep olması, hatalı sonuç üretmesi, büyük dil modellerine girilen promptların yeterince uygun olmamasına bağlı olarak doğru ve işe yarar bir çıktı elde edilememesi şeklinde toparlayabiliriz. AB YZ Yasası ile bu gruptaki YZ sistemleri için öngörülmüş olan; modelin eğitim ve test aşamasına ilişkin dokümantasyonun tutulması ve talep halinde yetkili makamlara sunulması, model değerlendirmelerinin ve saldırı testlerinin yapılması, sistemik risk değerlendirmesi yapılarak bu risklerin azaltılması, sistem güvenliği açısından ciddi olayların ve bunlara karşı alınan önlemlerin raporlanması, modelin korunması için gerekli siber güvenlik tedbirlerinin alınması şeklindeki yükümlülükler anılan risklerin minimize edilebilmesi için yerindedir.

Ancak büyük dil modelleri, diğer spesifik kullanıma özgü YZ sistemlerinden farklı olarak bireysel kullanım alanı çok yaygın olan sistemlerdir. Örneğin şu anda ChatGPT, Gemini, Deepseek, Llama gibi büyük dil modelleri, ücretli veya ücretsiz aboneliklerle tüm insanların erişimine açıktır. Üstelik bu sistemler, insanlar tarafından çeşitli hastalıklarla ilgili cevap almak için kullanılabildiği gibi bu modellerin sağlık alanında fine-tune edilmesi ile oluşturulan alt modeller, doğrudan sağlık alanında bilgi sağlamayı taahhüt edebilmektedir. Bu kullanımlar açısından özellikle iki hususa dikkat edilmelidir. Öncelikle bu sistemlerin sağlıkla ilişkili bireysel kullanımlarında bir sağlık çalışanının gözetimi olmayacağından sistem çıktılarının hatalı olma ihtimalinin ve teyide muhtaç olduğunun kullanıcıya mutlaka bildirilmesi gerekir. Nitekim şu anda büyük dil modellerinin tamamında anasayfanın bir köşesinde “*sistem hata yapabilir, kontrol ediniz*” gibi bir uyarı yapılmaktadır. İkinci husus ise bu sistemlerin çıktı kalitesi, girdi (prompt) kalitesi ile

⁴⁸⁰ Bölüm 4.1.3.5. “Genel Amaçlı YZ Uygulamaları”.

doğrudan ilişkili olduğundan toplum genelinde YZ okuryazarlığının artırılması, prompt mühendisliğine ilişkin eğitimlerin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu bölümde sağlıkta YZ kullanılmasını AB YZ Yasası ile getirilen risk temelli hükümler ve diğer bazı ülkelerde yayınlanmış olan YZ sisteminin risklerine yönelik ilkeler kapsamında değerlendirmeler yapılmıştır. AB YZ Yasası'nın, YZ sistemlerini risk gruplarına göre ayrı ayrı ele alması ve buna göre yükümlülükler öngörmesi yerinde görülmekle birlikte risk kategorileri için daha net sınırlar çizilmesi noktasında şimdilik bir eksiklik olduğu yönünde eleştirilmiştir. Avrupa Parlamentosu tarafından yayınlanması öngörülen kılavuz ile YZ sistemlerinin risk gruplandırmalarına ilişkin bu eksikliğin giderileceği kanaatindeyiz. Ayrıca AB YZ Yasası ile çeşitli gruplar için getirilen yükümlülüklerin, risklerin önlenmesinde büyük ölçüde yeterli olacağı düşünülmektedir de bazı risk grupları için düzenlenmesinin uygun olacağı birtakım ek yükümlülükler dile getirilmiştir. Bir sonraki bölümde AB YZ Yasası ve genel olarak risk temelli regülasyonlar; inovasyon ve güvenlik dengesi açısından değerlendirilecektir.

5.2. İnovasyon ve Güvenlik Dengesi

AB YZ Yasası'nın, YZ alanında yapılan ilk bağlayıcı ve kapsayıcı düzenleme olduğunu belirtmiştik. Bu yasanın kabul edilmesinden önceki süreçte AB'de ve şu anda AB dışındaki pek çok ülkede YZ alanında yapılan düzenlemeler daha ziyade bağlayıcı olmayan birtakım ilkelerden ibaretti. AB YZ Yasası ise bağlayıcı nitelik taşımakla birlikte çok katı kurallar getirmek yerine bir risk kategorizasyonu öngörmüş ve her bir kategori için ayrı yükümlülükler getirmiştir. Yani yasa ile birlikte etik ilkelerden daha bağlayıcı genel koruyucu sınırlar çizmiş olmaktadır.⁴⁸¹

Yasanın düzenlenişinde genel itibarıyla geniş ve bazen ucu açık ifadeler kullanılmıştır. Bu nedenle yasa hükümlerinin nasıl yorumlanacağı uygulama aşamasında anlam kazanacaktır.⁴⁸² Teknolojinin bu derece hızlı geliştiği bir düzlemde gelişmelerin nereye varacağı öngörülemezken kesin ve katı kurallar getirilmeden bu şekilde genel bir düzenleme ile güvenli YZ kullanımının sağlanmaya çalışılması yerindedir. Bu anlamda AB YZ Yasası'nda güvenliği sağlamak adına YZ kullanımına ilişkin birtakım genel

⁴⁸¹ Gstrein, Haleem ve Zwitter, "General-Purpose AI Regulation and the European Union AI Act", s.17.

⁴⁸² Smuha ve Yeung, "The European Unions's AI Act", s.247.

sınırlamalar getirilirken bir taraftan YZ düzenleyici test alanlarında (kum havuzları)⁴⁸³ güvenli ve kontrollü YZ geliştirilmesine yönelik düzenlemeler getirerek inovasyonun destekleyen bir duruş sergilenmiştir.⁴⁸⁴ Ancak yine de AB YZ Yasası hem getirdiği kuralların inovasyonu engellediği yönünde hem de şirketlerin menfaatlerine odaklandığı ve temel hakları yeterince koruyamayacağı yönünde eleştirilmektedir.

İnovasyonun engellenmesi açısından getirilen başlıca eleştiriler, AB YZ Yasası ile YZ alanının aşırı regüle edilmesinin AB’de YZ’nin gelişimini engelleyeceği, söz konusu düzenleme ile getirilen yükümlülüklerin şirketler için yüksek maliyetler doğuracağı, aynı zamanda bu maliyetlerin KOBİ’leri piyasadaki büyük aktörlere karşı orantısız şekilde dezavantajlı konuma düşüreceği şeklindedir.⁴⁸⁵ Benzer şekilde sağlık alanında kullanılan YZ sistemlerinin, uyum kapsamında hazırlanacak teknik dokümantasyon için ek iş yükü gerektirmesinin, maliyetlerdeki artışın ve bazı yükümlülüklerle ilişkin belirsizliklerin, sınırlı kaynaklara sahip KOBİ’ler için yıkıcı olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca bu sistemlerin hem MDR ile hem de AB YZ Yasası ile uyumu sağlamak zorunda kalmasının, benzer gereksinimler öngören farklı iki düzenlemenin hükümlerinin yorumlanmasında kafa karışıklıklarına sebep olabileceği belirtilmiştir.⁴⁸⁶ Ancak MDR’nin sağlık alanındaki YZ destekli cihazlar açısından tek taraflı bir bakış açısı sunduğu ve yazılımla ilgili arızaların sistematik eşitsizliklere yol açabilme ihtimali, şeffaflık ve adalet eksiklikleri gibi sorunlar ile ilgili kapsamlı bir çözüm sağlamaması yönüyle eleştirildiği⁴⁸⁷ göz önünde bulundurulduğunda AB YZ Yasası’nın, MDR’nin eksik kaldığı yönler açısından tamamlayıcı nitelik taşıdığını söyleyebiliriz.

AB YZ Yasası’na ilişkin bazı düzenlemeler ise bir yandan inovasyonun engellenmesi yönünde eleştirilirken diğer yandan yeterince katı kurallar getirmediği için temel hakları gereği gibi korumaktan uzak olması düşüncesiyle eleştirilmektedir. Örneğin insan

⁴⁸³ “YZ düzenleyici test alanları (kum havuzu)”, AB YZ Yasası’nın m. 3/55 hükmünde; “yetkili otoriteler tarafından sağlayıcı veya potansiyel sağlayıcılar için kurulan bir ortamda, sınırlı bir süre içinde ve düzenleyici denetim altında, bir YZ sistemi geliştirme, eğitime, doğrulama ve uygun durumlarda gerçek hayat koşullarında test edebilme imkânı sağlayan alanlar” şeklinde tanımlanmıştır. Bu alanlara ilişkin hükümler için bkz. AB YZ Yasası m. 57 vd.

⁴⁸⁴ Smuha ve Yeung, “The European Unions’s AI Act”, s.245.

⁴⁸⁵ Djeffal, Mehl ve Müller, “The EU AI Act’s Impacts on Digital Health”, s.193-194.

⁴⁸⁶ Aboy, Minssen ve Vayena, “Navigating the EU AI Act”, s.4.

⁴⁸⁷ Onitui, Wachter, ve Mittelstadt, “How AI Challenges the Medical Device Regulation”, s.23.

davranışlarını manipüle edebilen, sosyal puanlamayı mümkün kılacak kamu alanlarında gerçek zamanlı biyometrik tanımlamalar yapabilen YZ sistemleri yasaklanmıştır. Ancak bununla ilgili olarak ulusal güvenliği sağlamak adına kolluk kuvvetleri için getirilen istisnalar mevcuttur. Bu düzenleme ile ilgili eleştirilerden bir kısmı, madde metninde kullanılan belirsiz tanımlamaların yanlış uygulamalara yol açabileceğine ve bu hükümler ile inovasyonun kısıtlanabileceğine odaklanmışken diğer taraftan güvenlik gerekçesiyle ve istisnai olarak bu sistemlerin belirli koşullarla kullanılmasına izin verilmesinin, gözetim devleti doğurma potansiyeli dile getirilerek yapılan regülasyonun yetersizliği şeklinde eleştiriler gündeme gelmiştir.⁴⁸⁸

AB YZ Yasası ile getirilen düzenlemelerin, güvenlik açısından yeterli korumayı sağlamadığı eleştirileri daha ziyade; temel hakların zaten asgari koruma sağlanması gereken alanları ifade ettiğine ve risk durumuna göre pazarlık konusu edilmesinin mümkün olmaması gerektiğine yani temel hak ihlallerinin derecelendirilemeyeceğine, temel hakka müdahalenin yasal veya değil şeklinde yalnızca iki sonucu olabileceğine dayanmaktadır.⁴⁸⁹ Bir başka eleştiri noktası ise yasanın YZ sistemlerinin son kullanıcılarının temel hakların korunmasını öncelemekten ziyade ekonomik aktörlere odaklanan bir yaklaşım içerisinde olmasından dolayı sağlık alanındaki hassasiyet ve kırılabilirliklerin yeterince gözetilmediği ve bunun hasta haklarının korunması yükümlülüğü ile çelişkili olduğu şeklindedir.⁴⁹⁰

Regülasyonun risk temelli ayrımının içeriğine ilişkin olarak da bazı eleştiriler getirilmiştir. Örneğin düşük riskli YZ sistemleri için kapsamlı bir denetim ve hesap verilebilirlik mekanizması öngörülmemiş olmasından dolayı etkisiz ve potansiyel zararları bulunan YZ sistemlerinin sağlık alanında kullanıma girebileceği, bunun sonucunda insanların sağlıkta YZ kullanımına ilişkin güvensizlik yaşamasına sebep olabileceği belirtilmektedir.⁴⁹¹ Bu sınıflandırmanın niteliğine ilişkin bir diğer eleştiri ise kategorizasyon aşamasında YZ sistemlerinin yapısal özelliklerinin dikkate alınmamış olduğu, belirli bir bağlamda kullanılan YZ sistemlerinin tamamının aynı kategoride değerlendirilmesinin bazı

⁴⁸⁸ Görentaş ve Çiftçi, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi”, s.187-188.

⁴⁸⁹ Ebers, “Truly Risk-Based Regulation of Artificial Intelligence - How to Implement the EU’s AI Act”, s.11-12.

⁴⁹⁰ Djeflal, Mehl, ve Müller, “The EU AI Act’s Impacts on Digital Health”, s.194.

⁴⁹¹ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.3.

durumlarda aşırı regülasyona sebep olacağı şeklindedir.⁴⁹² Buna uygun olarak bir örnek vermek gerekirse; AB YZ Yasası Ek 3 ile “*hukukun araştırılması, yorumlanması veya somut olaylara hukukun uygulanması*” için kullanılan sistemler yüksek riskli olarak kabul edilmiştir. Buna göre hâkime yardımcı olmak üzere içtihat taraması yapan ve karar özetlerini çıkararak yüksek mahkemelerin ilgili konu hakkındaki yaklaşımı hakkında bilgi sunan sistemler de yüksek riskli kabul edilecektir.⁴⁹³ Bu konuda AB YZ Yasası’nın, bir alanda kullanılan YZ sistemlerinin tümünü aynı risk grubuna alarak aşırı regülasyona sebep olmamak adına Ek 3’te yer alan sistemlerden “sağlık, güvenlik ve temel haklar” yönünden ciddi zarar tehlikesi barındırmayanların yüksek riskli sayılmayacağı istisnası getirdiğini söyleyebiliriz. Ancak bu istisnanın sınırlarının nasıl çizileceği netleştirilmemiş ve bu zarar tehlikesinin sağlayıcıların değerlendirmesine bırakılmış olmasının, ilgili düzenlemenin etkinliğini azalttığını söyleyebiliriz.

Risk temelli yaklaşım ile YZ sağlayıcı şirketlerin ve diğer aktörlerin sürece dahil edilmeye çalışılmasının, örneğin bazı durumlarda risk değerlendirmesinin bu aktörler tarafından yapılmasının öngörülmesinin, regülasyon sürecine katılımda orantısız bir durum yaratabileceği, bu aktörlerin regülasyonda öngörülen yükümlülüklerden kurtulmasına ve bu aktörlerin etkili bir kamu denetiminden kaçınmasına yol açabileceği ifade edilmiştir.⁴⁹⁴ Bu görüş de AB YZ Yasası’ndaki düzenlemelerin teknoloji şirketleri açısından yeterince bağlayıcı olmaması yönündeki eleştirilerden biridir.

Özetle; AB YZ Yasası’nın risk grupları bazında yükümlülükler öngörmesi, katı kurallar koymaktan kaçınması, zarar tehlikesi barındıran sistemler açısından bu zararları minimize edecek yükümlülükler getirerek inovasyon ile temel hakların ve güvenliğin korunmasını amaçlamış olsa da düzenleme farklı yönlerden yetersiz görülmüş ve eleştirilmiştir. Öğretide bir kısım yazarlar bu regülasyondaki düzenlemelerin yeterince katı kurallardan oluşmadığını ve temel hakları korumak için yetersiz olduğunu iddia ederken diğer bir kısım yazarlar ise regülasyonun teknoloji şirketleri için getirdiği yükümlülüklerin inovasyonun

⁴⁹² Çamkerten, “*Yapay Zekanın Regülasyonu*”, s.55-56.

⁴⁹³ Karadeniz, “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu’nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlülükleri Bağlamında İncelenmesi”, s.331.

⁴⁹⁴ Cancela-Outeda, “The EU’s AI Act”, s.9; Maroussia Lévesque, “Smoke and Mirrors? AI Regulation and Corporate Power”, *SSRN Electronic Journal*, 2024, s.115, <https://doi.org/10.2139/ssrn.4736131> (Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2025).

gelişimi önünde engel teşkil edeceğini savunmuştur. Kanaatimizce risk temelli bir yaklaşımın esas alınması, inovasyonun gelişme kapasitesi çerçevesinde uygun olmakla birlikte yasada kullanılan bazı kavramların netlikten uzak olması yönündeki eleştiriler de yerindedir.

5.3. Sağlıkta YZ Kullanımı ile İlişkili Aktörler için Öneriler

YZ sistemlerinin sağlık alanındaki kullanımlarının öneminden ve doğabilecek risklerden bu risklerin önlenmesi için kullanılabilecek yöntemlerden ve yapılan risk temelli regülasyon çalışmalarından bahsettik. Tüm bunları bir arada değerlendirecek olursak sağlık alanında güvenli ve etkili YZ kullanımını sağlayabilmek için yalnızca regülasyonun ya da yalnızca birtakım teknik önlemler alınmasının yeterli olmayacağını rahatlıkla söyleyebiliriz. Nitekim öğretilerde güvenli YZ için gerek YZ'nin genel kullanımı gerekse de sağlık alanına özgü YZ sistemlerinin kullanımı açısından çeşitli aktörlere yönelik farklı tavsiyeler getirilmiştir. Çalışmamızın bu başlığı altında bu tavsiyeleri “yasal düzenleme yapanlar, sağlık merkezleri, YZ geliştiricileri” olmak üzere üç gruba ayırarak derleyecek ve çalışmada değindiğimiz tüm konuların değerlendirilmesi ile dikkat edilmesi gereken hususları belirteceğiz.

5.3.1. YZ Alanında Yasal Düzenleme Yapanlar için Öneriler

Her ne kadar YZ alanında yapılan yasal düzenlemelerin risk temelli olması, insan haklarını yeterince korumaktan uzak olduğu gerekçesi ile eleştirilmiş ise de bizce YZ alanındaki regülasyon çalışmalarında risk temelli bir yaklaşım benimsenmesi yerindedir. Ancak hem mevcut regülasyonların uygulama süreçlerinde hem de bundan sonra çıkarılacak olan regülasyonlarda insan haklarının korunmasına ilişkin olarak etkili önlemler alınması gerektiği de muhakkaktır. Dolayısıyla yasal düzenleme yapanlar için dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan bir tanesi risklerin önlenmesine yönelik yasal yükümlülüklerle uyum ve bunun denetlenmesi süreçlerinin çok sıkı şekilde takip edilmesini sağlayacak mekanizmaları kurmaktır.

Türkiye’de henüz yasal bağlayıcılık kazanmış bir YZ düzenlemesi mevcut değildir. Bu yönde hazırlanmış olan kanun teklifi çalışması ise çalışmamızın daha önceki bölümlerinde

değerlendirilmiş ve eksiklikleri dile getirilmiştir.⁴⁹⁵ Bu kanun teklifi üzerinde çalışılarak YZ alanında genel koruyucu sınırları çizen kapsamlı bir düzenleme yapılması yerinde olacaktır. Çünkü YZ kullanımı çoğu zaman sınırlar üstü bir etkiye sahiptir. YZ alanındaki küresel gelişmeler ise bu nedenle dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de hızla kullanılmaktadır. Dolayısıyla pek çok ülke bu yaygın kullanım ağına erişen sistemler için yasal çalışmalar yapmak üzere hazırlık içerisinde.

Ülkemiz açısından YZ regülasyonu hakkında önerilerde bulunan Çamkerten; AB YZ Yasası'nda olduğu gibi risk temelli yaklaşım ile yasal düzenleme yapılabileceğini, ancak bu aşamada ilgili regülasyonun muhatap olduğu eleştirilerin de dikkate alınması gerektiğini, ülkemizde hâlâ gelişmekte olan bu sektörün gelişim sürecine zarar vermeyecek bir yol izlenmesini, genel amaçlı YZ modellerinin AB YZ Yasası'nda olduğu gibi ayrı bir kategori altında ele alınmasının yerinde olacağını belirtmiştir.⁴⁹⁶

Sağlık alanındaki YZ kullanımları özelinde AB YZ Yasası'na yönelik olarak getirilen eleştiri ve önerileri, sağlıkta YZ kullanımına ilişkin regülasyon çalışmaları açısından genel bir şekilde yorumlayabiliriz. Bu önerilerden bazıları şu şekildedir: sağlığın korunması için belirsizliğin mümkün olduğunca giderilmesi ve anahtar kelimelerin net bir şekilde tanımlanması, sağlık alanında kullanılacak YZ sistemleri için temel haklar etki değerlendirmesinin yaygınlaştırılması, YZ geliştiriciler, sağlık çalışanları, hastalar ve yasa koyucular arasında iş birliği oluşturularak sağlıkta YZ kullanımına ilişkin özel standartlar ve yönergeler oluşturulması.⁴⁹⁷ Bunlar daha ziyade YZ kullanımını daha güvenli hale getirmeye yönelik tavsiyelerdir. Bunun yanında bir de YZ kullanımından doğan sorumluluğun regüle edilmesi gerekmektedir.

YZ kullanımından doğan sorumluluğa ilişkin olarak hazırlanan bazı taslak çalışmalardan bahsetmiştik.⁴⁹⁸ Bu konuda yapılacak yasal düzenlemeler için öğretide genellikle konunun dengeli bir yaklaşımla ele alınması önerilmiştir. Bu kapsamda sağlıkta YZ kullanılması halinde ortaya çıkacak zararlarda, bu alandaki tüm aktörler arasında sorumluluğu

⁴⁹⁵ Bölüm 4.2.4. “Türkiye: YZ Alanında Regülasyon Çalışmaları ve Temel İlkeler”.

⁴⁹⁶ Çamkerten, “*Yapay Zekanın Regülasyonu*”, s.70.

⁴⁹⁷ Van Kolschooten ve Van Oirschot, “The EU Artificial Intelligence Act (2024)”, s.4.

⁴⁹⁸ “Yapay Zekâ Sorumluluk Direktifi Teklifi” için bkz. Bölüm 4.1.1. “Tarihsel Süreç”; “Algoritmik Hesap Verilebilirlik Yasa Tasarısı” için bkz. Bölüm 4.2.1. “ABD: FDA’nın YZ Düzenlemelerine Yaklaşımı”.

dengelenmesi, hekimlere ve diğer sağlık çalışanlarına aşırı sorumluluk yüklenmemesi, güvenli YZ geliştirilmesinin ve kullanımının teşvik edilmesi gerekliliklerinden bahsedilmektedir.⁴⁹⁹ Bu sorumluluk rejimi belirlenirken YZ geliştiricilerine yönelik politikaların da dengeli olması gerekmektedir. Eğer YZ geliştiricileri sorumluluktan muaf tutulursa; YZ sistemlerinin klinik kullanıma sunuş aşamasında hızlı hareket edilmesi ve sunuş öncesinde sistemlerin kontrolünde gerekli özenin gösterilmemesi durumu ortaya çıkabilir. YZ geliştiricilerin sorumlu tutulmasında belirsizlik veya tutarsızlık olması halinde ise inovasyonun engellenmesi gibi bir olumsuz sonuca neden olabilir.⁵⁰⁰

Bu değerlendirmeler ile birlikte sağlık alanında güvenli YZ tasarımı ve kullanımını teşvik edecek sorumluluk rejiminin sağlanması için yine birkaç öneri sunulmuştur: hasta zararı halinde sorumluluğun tüm aktörler arasında adil dağılımının sağlanması, YZ kullanımından doğan zararlara ilişkin taleplerin değerlendirilmesi için özel kurumlar oluşturulması, ya da başka bir alternatif olarak sorumluluk değerlendirmesi yapılmaksızın ve kusuru önemsemeksizin YZ'den zarar gören hasta veya uygulamayı yapan doktor başına tüm aktörler arasında mali yükün dağıtılması.⁵⁰¹ Burada sayılan son seçenekte kusur değerlendirmesi yapılmaksızın tüm aktörlerin sorumlu tutulmasını öngören bir sistemin, bazı aktörler açısından adaletsiz sonuçlara yol açması riskinden bahsetmek gerekir. Örneğin YZ tasarımı ile hiçbir ilgisi olmayacak şekilde yalnızca bir sağlık çalışanının yanlış uyguladığı işlem sonucu hastanın zarar görmesine ilişkin talepte, kusur tespiti ve sorumlu açıkça belirli iken kusuru bulunmayan YZ geliştiricisinin sorumlu tutulmasının adil olmayacağı kanaatindeyiz. Öte yandan sağlık alanında YZ kullanımları için her bir aktörün bu hususta zorunlu mali sorumluluk sigortası yaptırmasını sağlamak ve zarar halinde sorumluluğu tüm aktörler arasında paylaştırarak zararın bu sigorta poliçesi kapsamında ödenmesini sağlamak makul bir seçenek olabilir.

5.3.2. Sağlık Merkezleri için Öneriler

Sağlık merkezleri için YZ kullanımı konusunda en temelde dikkat edilmesi gereken husus, kullanılacak olan YZ sistemlerinin halihazırda resmi olarak kabul edilen ve kademeli olarak

⁴⁹⁹ Maliha vd., “Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation”, s.634.

⁵⁰⁰ Maliha vd., s.635.

⁵⁰¹ Maliha vd., s.639.

yürürlüğe girmesi öngörülen AB YZ Yasası kapsamındaki yükümlülöklere uygun bir sistem olup olmadığıdır. Böylece YZ sisteminin güvenli olup olmadığı konusunda bir ön değerlendirme yapılmış olacaktır. İkinci olarak bu sistemlerin hazırlanmış olan teknik dokümantasyonunda kullanılan eğitim ve test verilerinin kalitesi kontrol edilmelidir. Özellikle algoritmik yanlılığın önlenmesi adına verinin yeterli temsili sağlayıp sağlamadığı incelenmelidir.

Sağlık alanındaki verilerin hassas niteliği de gözetilmeli ve sağlık merkezleri, kullandığı YZ sistemlerinin veri gizliliğine ilişkin politikalarını ve siber güvenlik açısından alınmış olan önlemlerin yeterlilik düzeyini sorgulamalıdır. Bu konuda sağlıkta YZ kullanımına ilişkin risklerin azaltılması için bahsettiğimiz yöntemler kullanılabilir. Örneğin; federe öğrenme ile verinin kurum dışına aktarılması minimize edilirken aynı zamanda diferansiyel gizlilik kullanılarak verinin ait olduğu kişinin tespiti riski azaltılabilir. Diğer yandan ise açıklanabilir YZ araçları kullanılabilir ve böylece AB YZ Yasası bağlamında yüksek riskli YZ kullanımı için öngörülen yorumlanabilir çıktı sağlama koşulu yerine getirilmiş olur.⁵⁰²

Klinik süreçlerde kullanılan YZ sistemleri açısından insan gözetiminin sağlanması da sağlık merkezleri açısından hem bir öneri hem AB YZ Yasası kapsamında bir yükümlölük olarak zikredilebilir. Bu şekilde sağlık alışanlarının YZ kullanılan süreçlerde bir gözetim sağlaması ile daha önce risklerin azaltılması için tavsiyeleri ağıkladığımız bölümde bahsettiğimiz şekilde olası algoritmik yanlılık riskleri tespit edilerek önlenebilecek ve hastaların tedavi süreçlerindeki duygusal ihtiyaçları göz ardı edilmemiş olacaktır.⁵⁰³

Sağlık merkezleri için bir diğer öneri ise alışanlarının YZ sistemleri hakkında yeterince teknik bilgi ile donatılmış olduğundan emin olmaları yönündedir. YZ sisteminin klinik süreçlerde hatalı kullanılması halinde hastalar açısından büyük zararlar gündeme gelebilir. Bunu önleyebilmek için sağlık çalışanlarının yeteri kadar teknik ve pratik bilgi sahibi olduktan sonra klinik aşamada YZ kullanım sürecine katılması sağlanmalıdır. Bunun için bir sertifikasyon sistemi kurulması düşünölebilir.

⁵⁰² Kalodanis vd., “A Privacy-Preserving and Attack-Aware AI Approach for High-Risk Healthcare Systems Under the EU AI Act”, s.5.

⁵⁰³ Bölüm 3.3. “Algoritmik Önyargılar”, Bölüm 3.6. “İnsan-Makine Etkileşimi ve Güven”.

5.3.3. YZ Geliştiricileri için Öneriler

YZ geliştirilmesi aşamasında, AB YZ Yasası'nın dikkate alınması, burada öngörülen yükümlülüklerin yerine getirilmesi, sağlık alanında güvenli YZ geliştirilmesi için atılacak en önemli adımlardan biri olacaktır. Bu yükümlülükler zaten genel olarak YZ kullanımına bağlı risklerin azaltılması için getirilmiş olduğundan sağlık alanında oluşabilecek risklerin azaltılması için de işlevseldir. Ancak buna ek olarak YZ tasarım aşamasında dikkat edilebilecek birkaç husustan bahsedebiliriz.

Örneğin sağlıkta kullanılacak yüksek riskli YZ sistemleri için PET'lerin bir arada kullanılması ile oluşturulan bir mimari önerilmektedir. Gizlilik Koruyucu Federatif Öğrenme (Privacy Preserving Federated Learning -PPFL) şeklinde adlandırılan bu sistem ile; tanımlanabilir sağlık verisi, sağlık merkezi tarafından yerel olarak şifrelenir, ardından bu şifrelenmiş veriler federe öğrenme merkezine aktarılır ve federe öğrenme merkezi güvenli hesaplama katmanı kullanarak sağlık merkezlerinden gelen verilere göre model güncellemelerini birleştirir. Tüm bu işlemlerin sonucunda modelin güncellenmesinde birden fazla sağlık merkezi verileri kullanılmış olur ancak bu güncelleme, hiçbir sağlık merkezi kendi hastalarının tanımlanabilir bilgisini üçüncü kişilerle paylaşmadan yapılır.⁵⁰⁴ Bu sistemin kullanılması hem veri gizliliğinin sağlanması konusundaki endişelerin giderilmesini sağlar hem de birden fazla sağlık merkezi verilerinin şifreli şekilde kullanılması ile güncellenen bir model söz konusu olduğundan veri çeşitliliği sağlanarak algoritmik yanlışlık riski de azaltılmış olabilir. Ancak tabi ki bu farklı sağlık merkezlerinin veri çeşitlilik oranı da algoritmik yanlışlık için önemli bir faktördür.

6. SONUÇ

YZ sistemleri, sağladığı büyük kolaylıklar sayesinde bugün pek çok sektörde kullanılmakta olup etki alanı her geçen gün artmaktadır. Teknolojik gelişmeler çok hızlı bir şekilde ilerlediğinden YZ'nin yapabileceklerinin de bu hızla paralel şekilde genişlediğini görüyoruz. Özellikle yapay sinir ağları, büyük veri, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi kavramlar, YZ alanındaki bu gelişmelere yön veren önemli unsurlar olmuştur.

⁵⁰⁴ Kalodanis vd., "A Privacy-Preserving and Attack-Aware AI Approach for High-Risk Healthcare Systems Under the EU AI Act", s.15.

YZ sistemlerinin genel kullanım alanında iş yükünü azaltması, insana göre çok daha hızlı sonuç üretme potansiyeli gibi avantajlar sağlaması, bu sistemlerin sektörel bazda nasıl kullanılacağı konusunda araştırmaları teşvik etmiştir. Bu kapsamda sağlık alanındaki potansiyel kullanım alanlarına göre çalışmalar yapılmış ve nihayetinde eğitim ve klinik araştırma süreçlerinden tedavi sonrası bakıma kadar pek çok süreçte YZ'den faydalanılabileceği görülmüştür.

ESA ile görüntü analizi yapılması, tarama ve teşhis süreçlerinde sonuç üretme hızını ve isabetliliğini artırmada büyük avantajlar sağlamıştır. Bu konuda geliştirilen uygulamalar sayesinde hastaların daha erken teşhis ile tedavi olasılıkları artarken hekimlerin iş yükü azalmakta ve önemli araştırmalar için daha fazla vakit kazanabilmektedir. Triyajda kullanılan YZ sistemleri ile hastaların şikayetlerinin ve tıbbi durumlarının aciliyetine göre sınıflandırılması, aşırı triyajı önleyecek şekilde, daha hızlı ve daha isabetli şekilde yapılması mümkün olmaktadır. Tedavi aşamasında ise hastaya müdahale planı oluşturulması, YZ destekli robotik cerrahi aletleri ile daha başarılı operasyonlar yapılması ve bazı durumlarda tele-tıp yoluyla uzak mesafelere rağmen mikrocerrahi işlemlerin yapılması veya ruhsal rahatsızlıkların tedavisi için sohbet robotlarının kullanılması gibi çeşitli şekillerde kullanılabilmektedir.

Tedavi süreçlerinin ve dolayısıyla sağlık sektörünün çok önemli bir parçası olan ilaç geliştirilmesinin hemen her aşamasında YZ sistemlerinin kullanıldığını görüyoruz. Sağlık hizmeti sunan kurum ve kuruluşlar açısından ise hastaların tedavi süreçleri veya lojistik konular için gerekli planlamanın yapılmasında, rutin ve tekrarlanan görevlerin yerine getirilmesinde YZ sistemlerinden yararlanılmaktadır. Tüm bunlara ek olarak kamu sağlığı gözetimi aşamalarında özellikle salgın hastalıkların yönetiminde kullanılan YZ uygulamaları mevcuttur. Nitekim 2019 yılında ortaya çıkarak pandemi haline gelen Covid-19 virüsüne karşı alınan önlemlerde YZ sistemleri pek çok ülke tarafından kullanılmıştır.

Sağlık alanındaki tüm bu YZ kullanımlarının büyük faydalar ve avantajlar sağladığı tartışmasız olmakla birlikte yanı sıra taşıdığı riskler, hastalar açısından zarara neden olma ihtimali, endişeyle karşılanmış ve bu riskleri önlemek üzere çalışmalar yapılmıştır. Özellikle sağlık verisi gibi özel nitelikli kişisel verilere ilişkin gizlilik endişeleri, hasta güvenliği, hastaların algoritma tarafından ayrımcılığa ve eşitsizliğe maruz kalma ihtimali, bu sistemlerin kullanımında hesap verilebilirlik konusundaki endişeler, sağlık

alışanlarının bu teknik sistemleri kullanabilmesi için ayrıca eğitim alması gerekliliği, empati yeteneğinden yoksun makineler karşısında hastaların yaşayacağı güven problemleri, YZ kararlarının açıklanabilir olmamasına bağlı olarak yaşanacak sorunlar, YZ sistemlerinin yüksek maliyeti ve sağlık alışanlarının YZ sistemleri yüzünden işsizlikle karşı karşıya kalacaklarına yönelik endişeler bu kapsamda dikkate alınması gereken riskler olarak değerlendirilmiştir. Ancak her ne kadar ciddi sonuçlara sebep olabilecek riskler mevcut olsa da bu risklerin hukuki kurallar ve teknik tedbirler ile minimize edilmesi mümkündür.

Gizlilik alanındaki endişelerin giderilmesi için gizlilik artırıcı teknikler olarak açıklanan PET'lerin kullanılması czm olabilir. Özellikle sağlık verilerinin, sağlık merkezi dışına çıkarılmaması için federe öğrenme yöntemleri kullanılabilmektedir. YZ tarafından verilen karar ve üretilen çıktıların yorumlanabilmesini sağlamak adına açıklanabilir YZ modelleri geliştirilmiştir. Algoritmik nyargı ve eşitsizlik sorunlarının, veri seti ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiş olup bu riskin önlenmesi adına veri seti kalitesine, verinin yeterli temsili sağlayıp sağlamadığına odaklanılarak czm sağlanabilecektir. Ayrıca sağlık çalışanlarının eğitim süreçlerinin YZ kullanımı için gerektiği şekilde uyumlaştırılması ile bu sistemlerin kullanımındaki teknik yetersizlikler ve hatalar önlenebileceği gibi klinik YZ kullanımlarında insan gözetimine önem verilmesi ile hastaların doğrudan makine ile muhatap olması ve buna bağlı zararlar bertaraf edilebilir. YZ sistemlerinin sağlık alanında kullanımı halinde sorumluluk rejimindeki belirsizliğin giderilmesi için ise hukuki creveler oluşturulması mümkündür.

YZ kullanımı konusunda uzun sreler boyunca kapsamlı bir yasal düzenleme yapılmamış daha ziyade birtakım düzenleyici ilkeler benimsenmişti. Ancak YZ kullanım alanlarının ve yoğunluğunun artış göstermesi ile birlikte ilk olarak AB tarafından bir YZ Yasası yayınlanmıştır. Bunun ardından benzer şekilde düzenlemeler içeren Colorado SB24-205 sayılı yasa ve Güney Kore YZ Temel Yasası yayınlanmıştır. Ülkemizde ise yine bu düzenlemelerde olduğu gibi risk grubuna göre ayırım yaparak ykmllk öngören bir yasa taslağı hazırlanmaya çalışılmış ise de sunulmuş olan yasa teklifi mevcut haliyle yeterli olmaktan oldukça uzaktır. Özetle belirtmek gerekirse YZ alanında, düzenleme olarak en kapsamlı olan ve uygulama alanı açısından en geniş alana sahip olan regülasyon, AB YZ Yasası'dır.

AB YZ Yasası'nda risk temelli bir yaklaşım esas alınmış, YZ sistemleri; kabul edilemez riskli, yüksek riskli, düşük riskli ve minimum riskli olmak üzere dört farklı risk grubu altında değerlendirilmiştir. Ayrıca pek çok görevin yerine getirilmesi için uygun olan ChatGPT, Gemini, DeepSeek gibi genel amaçlı YZ modelleri sistemik risk taşıyan YZ sistemleri olarak ayrı bir kategori altında ele alınmıştır. AB YZ Yasası sektörel bir düzenleme olmayıp bu genel hükümler, sağlık alanındaki YZ kullanımları için de geçerlidir. Bu düzenlemeler uyarınca sağlık alanındaki YZ sistemlerinin bir kısmı düşük ve minimum riskli YZ kategorisi altında değerlendirilebilirken, büyük bir çoğunluğu ise yüksek riskli YZ sınıfında kalmaktadır. Dolayısıyla AB YZ Yasası'nın yüksek riskli YZ için ve diğer risk grupları için getirdiği yükümlülükler, sağlık alanında kullanılan sistemler için de geçerlidir.

AB YZ Yasası ile öngörülen gerekliliklerin sağlıkta YZ kullanılmasına ilişkin endişeleri giderip gidermediğine bakacak olursak; yasal çerçeve, sağlık alanındaki kullanıma dayalı risklerin bertaraf edilmesi için büyük ölçüde etkilidir. Ancak YZ sağlayıcıları ve kullanıcıları için bir yükümlülük haline getirilmiş olması gerektiğini düşündüğümüz bazı eksiklikler de söz konusudur.

Öncelikle minimum riskli YZ sistemleri için bir zorunluluk öngörülmemiş ise de bu sistemlerin düşük de olsa zarar verme riski bulunduğundan en azından olası bir zarar halinde izlenebilirliği ve sonrasında hesap verilebilirliği sağlayabilmek adına sicile kayıt yükümlülüğü öngörülebilirdi. Zira özellikle sağlık alanında kullanılacak bir sistemin, minimum risk içerse dahi, sicile kayıt yükümlülüğüne tabi kılınması sağlayıcıların güvenli YZ sunulması konusunu daha fazla ciddiye almasını sağlayacaktır. Bu konudaki endişemiz ve önerimiz düşük riskli YZ sistemleri için de aynen geçerlidir. Yine her iki risk grubu için, sağlıkta kullanılanlar açısından yeterli teknik bilgiye sahip olma koşulunun getirilmemiş olması da bir eksiklik olarak değerlendirilebilir. Düşük riskli YZ sistemlerine yönelik olarak yasada yalnızca şeffaflık yükümlülüğü getirilmiştir. Ancak bu sistemlerin sağlıkta kullanımında insan gözetimi yükümlülüğünün de getirilmesi gerektiği kanaatindeyiz.

Yüksek riskli YZ sistemlerinin kullanımı için yasada pek çok yükümlülük sıralanmıştır. Bu yükümlülükler; izlenebilirliğin sağlanması için kayıt yükümlülüğü getirilmesinden veri seti kalitesine kadar, risk denetimi yapılmasından yorumlanabilir çıktılar için açıklanabilir YZ modelleri kullanılmasına kadar pek çok zorunluluk içermektedir. Bu şekilde öngörülen yükümlülüklerin tamamı bizce yerindedir. Ancak bu düzenlemelerde eksiklik olarak

gördüğümüz husus, yüksek riskli YZ tanımının ve sınırlarının yeterli netlikte olmamasıdır. Bu konuya ilişkin olarak YZ yasasında Avrupa Komisyonu için en geç 2 Şubat 2026'da bu kategorizasyona ilişkin kılavuz ve örneklerin yayınlanması yükümlülüğü öngörülmüştür. Dolayısıyla söz konusu kılavuzların yayınlanması, bu eksikliği giderebilir. Ayrıca yüksek riskli YZ sistemleri için algoritmanın doğruluğunu ve dayanıklılığını sağlayacak standartlar oluşturulması yükümlülüğü öngörülmüşse de bu standartların sağlayıcıya bırakılmadan YZ ofisi veya piyasa denetim otoriteleri tarafından hazırlanmasının öngörülmesinin daha uygun olacağı kanaatindeyiz.

AB YZ Yasası'nda öngörülen bu yükümlülüklerin, inovasyon ve güvenlik dengesi açısından değerlendirilmesi konusunda öğretide bir taraftan bu düzenlemelerin inovasyonu engelleyeceği veya geciktireceği yönünde eleştiriler getirilirken diğer taraftan daha ağırlıklı olarak bu şekilde risk temelli bir yaklaşım ile temel hakların korunmasının mümkün olmayacağı ifade edilmektedir. Biz AB YZ Yasası'nın; temel hakları, özellikle konumuz açısından hastaların haklarını korumakta bazı yönlerden eksiklikler barındırdığını, yukarıda belirttiğimiz ve çalışma içerisinde detaylı şekilde açıkladığımız birkaç noktada ek yükümlülükler getirilmesi gerektiğini düşünüyoruz. Ancak temel hakların korunması için çok daha katı sınırlar çizilmesini savunan görüşlere iştirak etmiyoruz. Zira böyle bir durumda YZ teknolojisinin kullanım alanı çok fazla daraltılmış olacak ve bu sistemlerin sağlık alanında sağlayacağı avantajlar açısından bir mahrumiyet söz konusu olacaktır. Öte yandan AB YZ Yasası'nın inovasyonu engelleyeceği veya geciktireceği yönündeki görüşlere de katılmıyoruz. Getirilen yükümlülüklerin oldukça asgari düzeyde olduğunu, yükümlülükler haricindeki maddelerde inovasyonun desteklenmesine yönelik düzenlemeler sağlanmasının bu açıdan olumlu olduğunu, önemli kullanım alanlarına sahip ve büyük etkilere yol açabilecek olan bu sistemlerin güvenliği sağlamak adına belirli kurallara tabi olmasının gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak YZ sistemlerinin sağlık alanında kullanımı pek çok açıdan önemli faydalar sağlıyor ve sağlamaya da devam edeceği anlaşılmaktadır. Ancak bu sistemlerin barındırdığı riskler, sağlık alanı için genel kullanımdan daha büyük endişelere sebebiyet vermektedir. Bu risklerin bertaraf edilmesi için yasal düzenlemelere, bağlayıcı kurallara ve teknik açıdan alınacak önlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yasal düzenlemelerde risklere ve bunların azaltılmasına odaklanan bir yaklaşım, sağlık alanındaki YZ kullanımlarını güvenli hale getirmek ama bunu yaparken bu kullanımlara ket vurmamak hedefine uygundur. Ancak bu

yaklaşım ile hazırlanmış olan AB YZ Yasası özelinde yaptığımız değerlendirmeler sonucu bazı ek yükümlölükler ihtiyacı olduğunu belirtmemiz gerekir. Ülkemiz açısından yapılacak yasal düzenlemelerde de bu tezde ve diğer akademik çalışmalarda belirtilen eksiklikler ve öneriler göz ardı edilmeden, risk temelli bir yaklaşım benimsenmesi ve AB YZ Yasası'nın rehberliğinde bir çalışma yapılması uygun olacaktır.

KAYNAKÇA

Aboy, Mateo, Timo Minssen, ve Effy Vayena. “Navigating the EU AI Act: Implications for Regulated Digital Medical Products”. *Npj Digital Medicine* 7, sy 1 (06 Eylül 2024). <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01232-3> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

“AI Index Report 2023”. Stanford , CA: Stanford Üniversitesi İnsan Merkezli Yapay Zekâ Enstitüsü YZ Endex Yönlendirme Komitesi, Nisan 2023. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2023-ai-index-report> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Akalın, Betül, ve Ülkü Veranyurt. “Sağlıkta Dijitalleşme ve Yapay Zeka”. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi* 2, sy 2 (2020). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1452754> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

Aksoy, Ecem. *Yapay Zekânın Sorumluluk Hukukundaki Konumu ve Büyük Veri ile İlişkisi*. 1. bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022 .

Aldemir Toprak, İpek B. *Sağlık Alanında Yapay Zekâ Sistemlerinin Kullanımı ve Hukuki Sorumluluk*. 1. bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2025.

Alpkoçak, Adil. “Sağlıkta açıklanabilir yapay zekâ”. *TOTBİD Dergisi* 23, sy 1 (01 Ocak 2024). <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi.2024.04> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

Altan, Fatih, ve Ayşegül Aydın. “Sağlık Sektöründe Siber Güvenlik”. İçinde *Sağlık Sektöründe Teknolojik Yaklaşımlar - I*, 1. bs. Ankara: Eğitim Yayınevi, 2024. <https://play.google.com/books/reader?id=FW4lEQAAQBAJ&pg=GBS.PA58> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

Aşkın, Uğur. “İlaç Üreticisinin Cezai Sorumluluğu”. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, sy 57 (15 Ocak 2024). <https://doi.org/10.54049/taad.1418057> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

Awad, Susan, Lina Aljuburi, Rebecca S. Lumsden, Marya Mpandzou, ve Roelie Marinus. “Connected health in US, EU, and China: opportunities to accelerate regulation of connected health technologies to optimize their role in medicines development”. *Frontiers in Medicine* 10 (07 Ağustos 2023): 1248912. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1248912> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Aydemir, Emrah. *Weka İle Yapay Zekâ Makine Öğrenmesi Yapay Sinir Ağları – Derin Öğrenme*. 2. bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2019.

Ayer, Turgay, Qiushi Chen, ve Elizabeth S. Burnside. “Artificial Neural Networks in Mammography Interpretation and Diagnostic Decision Making”. *Computational and Mathematical Methods in Medicine* 2013 (2013): 1-10. <https://doi.org/10.1155/2013/832509> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Baig, Anas, ve Syeda Eimaan Gardezi. “An Overview of South Korea’s Basic Act on the Development of Artificial Intelligence and Creation of a Trust Base (Basic AI Act)”. *Securiti*. Erişim 02 Mayıs 2025. <https://securiti.ai/south-korea-basic-act-on-development-of-ai/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Bak, Başak. “Medeni Hukuk Açısından Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Yapay Zekâ Kullanımından Doğan Hukuki Sorumluluk”. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, sy 35 (01 Temmuz 2018): 211-32 (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

Baron, Sam, Andrew J. Latham, ve Somogy Varga. “Explainable AI and Stakes in Medicine: A User Study”. *Artificial Intelligence* 340 (Mart 2025). <https://doi.org/10.1016/j.artint.2025.104282> (Erişim Tarihi: 19 Nisan 2025).

Baskın, Onur. *Türk Hukuku Bakımından Kişilik Hakkı Kapsamında Kişisel Verilerin Korunması*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2021.

Baş, Murat. “Sağlık Sektöründe Tele-Tıp ve Uygulamaları”. İçinde *Sağlık Yönetiminde Teknolojik Yaklaşımlar -I*, 1. bs. Ankara: Eğitim Yayınevi, 2024. <https://play.google.com/books/reader?id=FW4lEQAAQBAJ&pg=GBS.PA58> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Başkaya, Fatma, ve Hacer Karacan. “Yapay Zekâ Tabanlı Sistemlerin Kişisel Veri Mahremiyeti Üzerine Etkisi: Sohbet Robotları Üzerine İnceleme”. *Bilişim Teknolojileri Dergisi* 15, sy 4 (31 Ekim 2022): 481-91. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.1053803> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

Birinci, şuayıp. “A Digital Opportunity for Patients to Manage Their Health: Turkey National Personal Health Record System (The e-Nabız)”. *Balkan Medical Journal* 40, sy 3 (08 Mayıs 2023). <https://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2023.2023-2-77> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Budakoğlu, İrem, Yavuz Selim Kiyak, ve Özlem Coşkun. “Tıp Fakóltesine Başvurudan Meslek Hayatına: Tıp Öğrencisinin Ülkelere Göre Eğitim ve Kariyer Serüveni”. *Tıp*

Eğitimi Dünyası 19, sy 59 (30 Aralık 2020). <https://doi.org/10.25282/ted.685039> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

Büyükgöze, Selma. “Sağlık 4.0’da Giyilebilir Teknolojilerden Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31 Aralık 2019, 1239-47. <https://doi.org/10.31590/ejosat.658020> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Büyükgöze, Selma, ve Ebru Dereli. “Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zeka”. Ankara, 2019.

https://www.researchgate.net/publication/339091309_Dijital_Saglik_Uygulamalarinda_Yapay_Zeka (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Cancela-Outeda, Celso. “The EU’s AI Act: A Framework for Collaborative Governance”. *Internet of Things* 27 (Ekim 2024). <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101291> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Cao, Xuenan, ve Lucas Power. “Controlled Carefully: How Consumer Care Legitimizes China’s AI Regulations”. *Information, Communication & Society*, 12 Mart 2025. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2025.2474565> (Erişim Tarihi: 06 Mayıs 2025).

ChatGPT. “Explore GPTs”. <https://chatgpt.com/gpts> (Erişim Tarihi: 01 Mayıs 2025).

Coşar Soğukkuyu, Derya Yeliz. “Developing Novel Model For Disease Detections By Processing Medical Data With Artificial Intelligence Techniques”. Doktora Tezi, Altınbaş Üniversitesi, 2023.

Coşkun, Cengiz, ve Abdullah Baykal. “Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması”. İçinde *Akademik Bilişim 11 - 13. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 1. bs, 2013. <https://ab.org.tr/kitap/ab11.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Çamkerten, Ali Semih. *Yapay Zekanın Regülasyonu*. 1. bs. Ankara: Adalet Yayınevi, 2024.

Çekin, Mesut Serdar, Ahmet Esad Berktas, ve M. Furkan Akıncı. *Veri Hukuku*. 1. bs. İstanbul: On İki Levha Yayıncılık, 2023.

Çetin, Burak. “Sağlık Hizmetleri ve Yapay Zekâ”. *Ulusallararası Ekonomi ve Siyaset Bilimler Akademik Araştırmalar Dergisi* 7, sy 17 (Şubat 2023). <https://doi.org/DOI:10.58202/joecopol.1364565> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Çilhoroz, Yasin, ve Oğuz Işık. “Yapay Zekâ: Sağlık Hizmetlerinden Uygulamalar”. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 23, sy 2 (2021). <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1671002> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

De Gregorio, Giovanni. “Digital Constitutionalism, Privacy and Data Protection”. İçinde *Digital Constitutionalism in Europe: Reframing Rights and Powers in the Algorithmic Society*. Cambridge Studies in European Law and Policy. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. <https://doi.org/10.1017/9781009071215> (Erişim Tarihi: 04.05.2025).

Denecke, Kerstin, Elia Gabarron, Rebecca Grainger, Stathis Th Konstantinidis, Annie Lau, Octavio Rivera-Romero, Talya Miron-Shatz, ve Mark Merolli. “Artificial Intelligence for Participatory Health: Applications, Impact, and Future Implications”. *Yearbook of Medical Informatics* 28, sy 1 (2019): 165-73. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677902> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

“Digital Workflow Optimization”. Siemens Healthineers GmbH, 2018. https://corporate.webassets.siemens-healthineers.com/1800000005658034/d2ba2b3d0cc5/From_Digital_Twin_to_Improved_Patient_Experience_Case_Study_1800000005658034.pdf (Erişim Tarihi: 14 Şubat 2025).

Dikici, Can, ve Mustafa Kürşat Şahin. “Sağlık Alanında Kullanılan Yapay Zekâ Araçlarında Sorumluluk”. *Smyrna Tıp Dergisi* 13, sy 2 (2023). https://www.researchgate.net/publication/380733852_Saglik_alaninda_kullanilan_yapay_zeka_aracilarinda_sorumluluk_-_Smyrna_Tip_Dergisi#fullTextFileContent (Erişim Tarihi: 01 Haziran 2025).

Djeffal, Christian, Philipp Mehl, ve Verena Müller. “The EU AI Act’s Impacts on Digital Health: Regulatory Challenges and Future Directions for Medical and Healthcare Innovation”. *Current Directions in Biomedical Engineering* 10, sy 4 (01 Aralık 2024). <https://doi.org/10.1515/cdbme-2024-2046> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

Doğan, Erdem. *Yapay Zekânın Hukuki Statüsü ve Sorumluluğu*. 1. bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022.

Doğan, Koray. “Sürücüsüz Araçlar, Robotik Cerrahi, Endüstriyel Robotlar ve Cezai Sorumluluk”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 21, sy Özel Sayı; Prof. Dr.

Durmuş Tezcan'a Armağan (2019). <https://hukuk.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2019/09/KORAY-DOGAN.pdf> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Dönmez, Zeynep. “Yapay Zekânın Hukuki Gelişimi ve AB Yapay Zekâ Yasası”. *Adalet Dergisi*, sy 74 (17 Nisan 2025). <https://doi.org/10.57083/adaletdergisi.1677361> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Ebers, Martin. “Truly Risk-Based Regulation of Artificial Intelligence - How to Implement the EU’s AI Act”. SSRN, 2024. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4870387> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Ekici, Şerafettin. *Bilişim ve Teknoloji Hukuku*. 3. baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2024.

Ekmekci, Perihan Elif. “Sağlık Alanında Yapay Zekâ ve Kişisel Veriler”. İçinde *Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış*, 1. bs. KVKK Yayınları 64. Ankara: Adalet Yayınevi, 2025. <https://kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

Eryılmaz, Hüseyin Ensari. “Yapay Zekâ Çağında Kişisel Veri Mahremiyeti”. *Sanat ve Sosyal Bilimler Dergisi* 1, sy 2 (Aralık 2023). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3396131> (Erişim Tarihi: 05 Mart 2025).

Esmacilzadeh Dilmaghani, Saharnaz, Matthias R. Brust, Grégoire Danoy, Natalia Cassagnes, Johnatan Pecero, ve Pascal Bouvry. “Privacy and Security of Big Data in AI Systems:A Research and Standards Perspective”. İçinde *2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 9-12 December 2019. IEEE, 2020. <https://orbu.uni.lu/handle/10993/42478> (Erişim Tarihi: 04 Mart 2025).

Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: Large Multi-Modal Models. WHO Guidance. 1. bs. Cenevre: Dünya Sağlık Örgütü, 2024. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375579/9789240084759-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health: WHO Guidance. 1. bs. Cenevre: Dünya Sağlık Örgütü, 2021. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375579/9789240084759-eng.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Etike, Şafak. “Yapay Zekayı İnsan ve Kamusal Yarar İçin Çalıştırmak: ABD ve AB Politika Belgelerinin Önerileri”. *Memleket Siyaset Yönetim* 18, sy 39 (26 Haziran 2023). <https://doi.org/10.56524/msydergi.1301819> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

“Exploring Practical Considerations and Applications for Privacy Enhancing Technologies”. White Paper. ISACA (Information Systems Audit and Control Association), 31 Mayıs 2024. <https://www.isaca.org/resources/white-papers/2024/exploring-practical-considerations-and-applications-for-privacy-enhancing-technologies> (Erişim Tarihi: 21 Nisan 2025).

Field, Hayden. “The First Fully A.I.-Generated Drug Enters Clinical Trials in Human Patients”. CNBC, 29 Haziran 2023. <https://www.cnbc.com/2023/06/29/ai-generated-drug-begins-clinical-trials-in-human-patients.html> (Erişim Tarihi: 17 Mart 2025).

Flowers, Johnathan Charles. “Strong and Weak AI: Deweyan Considerations”. İçinde *AAAI Spring Symposium: Towards Conscious AI Systems*. Stanford, 2019. <https://ceur-ws.org/Vol-2287/paper34.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Gesser, Avi, Mengyi Xu, Martha Hirst, Cameron Sharp, Diane Bernabei, ve Michelle Shen. “South Korea Enacts New AI Law – Debevoise Data Blog”. Erişim 02 Mayıs 2025. <https://www.debevoisedatablog.com/2025/03/24/south-korea-enacts-new-ai-law/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Gipiškis, Rokas, Chun-Wei Tsai, ve Olga Kurasova. “Explainable AI (XAI) in Image Segmentation in Medicine, Industry, and beyond: A Survey”. *ICT Express* 10, sy 6 (Aralık 2024): 1331-54. <https://doi.org/10.1016/j.ict.2024.09.008> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Göktaş, Polat, Gül Karakaya, Ali Fuat Kalyoncu, ve Ebru Damadoğlu. “Artificial Intelligence Chatbots in Allergy and Immunology Practice: Where Have We Been and Where Are We Going?” *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice* 11, sy 9 (Eylül 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2023.05.042> (Erişim Tarihi: 18 Mart 2025).

Görentaş, Muhammed Burak, ve Hamza Çiftçi. “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Yasası Çerçevesinde Yargılamada Yapay Zekâ Kullanılmasının Değerlendirilmesi”. *İzmir Barosu Dergisi* 89, sy 1 (Nisan 2024). <https://www.izmirbarosu.org.tr/pdfdosya/ab-yapay-zek-y2024429154814704.pdf> (Erişim Tarihi: 30 Nisan 2025).

Gstrein, Oskar J., Noman Haleem, ve Andrej Zwitter. “General-Purpose AI Regulation and the European Union AI Act”. *Internet Policy Review* 13, sy 3 (01 Ağustos 2024). <https://doi.org/10.14763/2024.3.1790> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

Güçlütürk, Osman Gazi. “Kodlar ve Kanunlar: Yapay Zekânın Regülasyon Rotası ve AB Yapay Zekâ Tüzüğü”. İçinde *Yapay Zekâ Teknolojilerine Akademik Bakış*, 1. bs. KVKK Yayınları 64. Ankara: Adalet Yayınevi, 2025. <https://kvkk.gov.tr/SharedFolderServer/CMSFiles/58f74957-ac01-4d67-97bd-8edd8287bd4e.pdf> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

Gülel, Hazal. *Hukuki Açidan Yapay Zekâ*. 1. bs. Ankara: Adalet Yayınevi, 2023.

Gülhan, Perihan Gülşah. “Polikistik Over Sendromunun Folikül Sayımına Dayalı Tespitinde Görüntü İşleme ve Evrimsel Sinir Ağları Kullanımı”. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 2021.

Hashizume, Makoto, ve Kouji Tsugawa. “Robotic Surgery and Cancer: The Present State, Problems and Future Vision”. *Japanese Journal of Clinical Oncology* 34, sy 5 (01 Mayıs 2004). <https://doi.org/10.1093/jjco/hyh053> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

Hintze, Arend. “Understanding the Four Types of AI, from Reactive Robots to Self-Aware Beings”. *The Conversation*, 14 Kasım 2016. <http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Hoffman, Sharona, ve Andy Podgurski. “Artificial Intelligence and Discrimination in Health Care”. *Yale Journal of Health Policy, Law, and Ethics*, sy 19 (2020). <https://yaleconnect.yale.edu/YJHPLE/ai-and-discrimination/> (Erişim Tarihi: 17 Nisan 2025).

Holzinger, Andreas, Georg Langs, Helmut Denk, Kurt Zatloukal, ve Heimo Müller. “Causability and Explainability of Artificial Intelligence in Medicine”. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 9, sy 4 (Temmuz 2019): e1312. <https://doi.org/10.1002/widm.1312> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

Hoşgör, Haydar, ve Hacer Güngördü. “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanım Alanları Üzerine Nitel Bir Araştırma”. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sy 35 (16 Nisan 2022). <https://doi.org/10.31590/ejosat.1052614> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

“Improving Diagnosis in Health Care”. Washington, DC: The National Academies Press, 2015. <https://nap.nationalacademies.org/read/21794/chapter/1> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Jacobson, Sheldon H., ve Janet A. Jokela. “Artificial Intelligence and Public Health: Opportunities Abound”. İçinde *Artificial Intelligence for Healthcare*, editör Sze-chuan Suen, David Scheinker, ve Eva Enns, 1. bs. Cambridge University Press, 2022. <https://doi.org/10.1017/9781108872188.003> (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

Johnson, Khari. “ChatGPT Can Help Doctors—and Hurt Patients”. WIRED Middle East, 24 Nisan 2023. <https://www.wired.com/story/chatgpt-can-help-doctors-and-hurt-patients/> (Erişim Tarihi: 01 Mart 2025).

Kalodanis, Konstantinos, Georgios Feretzakis, Athanasios Anastasiou, Panagiotis Rizomiliotis, Dimosthenis Anagnostopoulos, ve Yiannis Koumpouros. “A Privacy-Preserving and Attack-Aware AI Approach for High-Risk Healthcare Systems Under the EU AI Act”. *Electronics* 14, sy 7 (30 Mart 2025). <https://doi.org/10.3390/electronics14071385> (Erişim Tarihi: 29 Nisan 2025).

Kara Kılıçarslan, Seda. “Yapay Zekanın Hukuki Statüsü ve Hukuki Kişiliği Üzerine Tartışmalar”. *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi*, sy 2 (31 Temmuz 2019): 363-89. <https://doi.org/10.33432/ybuhukuk.599224> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

Karadeniz, Salih. “Avrupa Birliği Yapay Zekâ Kanunu’nun Risk Grupları ve İlgililerin Yükümlölükleri Bağlamında İncelenmesi”. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakóltesi Dergisi* 29, sy 1 (31 Ocak 2025). <https://doi.org/10.34246/ahbvuhfd.1541455> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Karataş, Ebru. *Hekimin Mesleki Özerkliği*. 1. bs. Ankara: Adalet Yayınları, 2022.

Keleş, Hatice. “Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları”. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakóltesi Dergisi* 24, sy 3 (2022). <https://doi.org/10.24938/kutfd.1214512> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

Kızrak, M. Ayyüce, Başak Buluz, Başak Ozan Özparlak, Burçak Ünsal, Derya Durlu Gürzumar, Gülşah Deniz Atalar, M. Hakan Eriş, vd. “Yapay Zeka Çağında Hukuk”. alıştay Raporu. İstanbul Barosu, İzmir Barosu, Ankara Barosu, 2019.

https://www.istanbulbarosu.org.tr/files/docs/Yapay_Zeka_Caginda_Hukuk2019.pdf
(Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

King, Dominic, Cían Hughes, Hugh Montgomery, Rosalind Raine, ve Geraint Rees. “Letter in Response to Google DeepMind and Healthcare in an Age of Algorithms”. *Health and Technology* 8, sy 1-2 (Mayıs 2018): 11-13. <https://doi.org/10.1007/s12553-018-0228-4>
(Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

Köbis, Nils Christopher, Christopher Starke, ve Jaselle Edward-Gill. “The Corruption Risks of Artificial Intelligence”. Transparency International: JSTOR, 2022. <http://www.jstor.org/stable/resrep43028> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Labovitz, Daniel L., Laura Shafner, Morayma Reyes Gil, Deepti Virmani, ve Adam Hanina. “Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy”. *Stroke* 48, sy 5 (Mayıs 2017): 1416-19. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.016281> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

Laux, Johann, Sandra Watcher, ve Brent Mittelstadt. “Trustworthy artificial intelligence and the European Union AI act: On the conflation of trustworthiness and acceptability of risk”. *Regulation & Governance* 18, sy 1 (06 Şubat 2023). <https://doi.org/10.1111/rego.12512> (Erişim Tarihi: 06 Mayıs 2025).

Lekadir, Karim, Gianluca Quaglio, Anna Tselioudis Garmendia, ve Catherine Gallin. *Artificial Intelligence in Healthcare: Applications, Risks, and Ethical and Societal Impacts*. Brussels: European Parliament, 2022. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU\(2022\)729512_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/729512/EPRS_STU(2022)729512_EN.pdf) (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2025).

Lévesque, Maroussia. “Smoke and Mirrors? AI Regulation and Corporate Power”. *SSRN Electronic Journal*, 2024. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4736131> (Erişim Tarihi: 12 Mayıs 2025).

Maliha, George, Sara Gerke, I. Glenn Cohen, ve Ravi B. Parikh. “Artificial Intelligence and Liability in Medicine: Balancing Safety and Innovation”. *The Milbank Quarterly* 99, sy 3 (2021). <https://www.jstor.org/stable/48636198> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Markus, Aniek F., Jan A. Kors, ve Peter R. Rijnbeek. “The Role of Explainability in Creating Trustworthy Artificial Intelligence for Health Care: A Comprehensive Survey of

the Terminology, Design Choices, and Evaluation Strategies”. *Journal of Biomedical Informatics* 113 (Ocak 2021): 103655. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103655> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

Marzyeh Ghassemi, “Exploring Healthy Models in ML For Health”: *AI for Healthcare Equity Conference*, 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=5uZROGFYfcA> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

McCall, Becky. “COVID-19 and Artificial Intelligence: Protecting Health-Care Workers and Curbing the Spread”. *The Lancet Digital Health* 2, sy 4 (Nisan 2020): e166-67. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30054-6](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30054-6) (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

McCarthy, J., M. L. Minsky, ve N. Rochester. “A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence”, 31 Ağustos 1955. <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

Med-PaLM: A Medical Large Language Model - Google Research. “Med-PaLM: A Medical Large Language Model - Google Research”. <https://sites.research.google/med-palm/> (Erişim Tarihi: 17 Ocak 2025).

“Merriam-Webster Sözlüğü”, 09 Haziran 2025. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/treatment> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Mittelstadt, Brent. “The Impact of Artificial Intelligence on the Doctor - Patient Relationship”. Strasbourg: Council of Europe, Aralık 2021. <https://rm.coe.int/inf-2022-5-report-impact-of-ai-on-doctor-patient-relations-e/1680a68859> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025).

Norori, Natalia, Qiyang Hu, Florence Marcelle Aellen, Francesca Dalia Faraci, ve Athina Tzovara. “Addressing Bias in Big Data and AI for Health Care: A Call for Open Science”. *Patterns* 2, sy 10 (Ekim 2021). <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100347> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

O, Edwin. “China Has Just Achieved What Was Thought to Be Impossible: This Robot Has Saved a Life 8000 Km Away”, 27 Eylül 2024. <https://www.ecoticias.com/en/china-develops-telesurgery-robot/6854/> (Erişim Tarihi: 12 Şubat 2025).

Onitiu, Daria, Sandra Wachter, ve Brent Mittelstadt. “How AI Challenges the Medical Device Regulation: Patient Safety, Benefits, and Intended Uses”. *Journal of Law and the Biosciences*, 09 Nisan 2024. <https://doi.org/10.1093/jlb/lcae007> (Erişim Tarihi: 01 Mayıs 2025).

Özcan, Elif Ilgın. “Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Bağlamında Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımı”. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, 2023.

Özçelik, Ş. Barış. “Yapay Zekanın Veri Koruma, Sorumluluk ve Fikri Mülkiyet Açısından Ortaya Çıkardığı Hukuki Gereksinimler”. *Adalet Dergisi*, sy 66 (Mayıs 2021). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1778200> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Özdemir, Leyla, ve Aylin Bilgin. “Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı ve Etik Sorunlar”. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi* 8, sy 3 (2021): 439-45. <https://doi.org/10.54304/SHYD.2021.63325> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

Özparlak, Başak Ozan, ve Müge Çetin. “ChatGPT ve Üretici Yapay Zekâ Modellerinde Mahremiyet ve Güvenliğin Hukuki Boyutu”. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi* 29, sy 2 (Aralık 2023). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3351601> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Öztürk, Kadir, ve Mustafa Ergin Şahin. “Yapay Sinir Ağları ve Yapay Zekâ’ya Genel Bir Bakış”. *Takvim-i Vekayi* 6, sy 2 (30 Aralık 2018): 25-36 (Erişim Tarihi: 05 Mart 2025).

Parliament, European. “AI Liability Directive | Legislative Train Schedule”. European Parliament. Erişim 27 Nisan 2025. <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-legal-affairs-juri/file-ai-liability-directive> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Parmena Olimid, Anca. “Legal Analysis Of EU Artificial Intelligence Act (2024): Insights From Personal Data Governance And Health Policy”. *Access to Justice in Eastern Europe* 7, sy 4 (15 Kasım 2024). <https://doi.org/10.33327/AJEE-18-7.4-a000103> (Erişim Tarihi: 27 Nisan 2025).

Peschke, Seldağ Güneş, ve Lutz Peschke. “Artificial Intelligence and the New Challenges For EU Legislation”. *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi* Prof. Dr. M. Fatih UŞAN’a Dekanlıkta 10. Yıl Anısına Teşekkür Armağanı, sy 2022-2 (12 Eylül 2022): 1267-92. <https://doi.org/10.33432/ybuhukuk.1104344> (Erişim Tarihi: 02 Temmuz 2024).

Powles, Julia, ve Hal Hodson. “Google DeepMind and Healthcare in an Age of Algorithms”. *Health and Technology* 7, sy 4 (Aralık 2017): 351-67. <https://doi.org/10.1007/s12553-017-0179-1> (Erişim Tarihi: 14 Nisan 2025).

Ramesh, An, C Kambhampati, Jrt Monson, ve Pj Drew. “Artificial Intelligence in Medicine”. *Annals of The Royal College of Surgeons of England* 86, sy 5 (01 Eylöl 2004): 334-38. <https://doi.org/10.1308/147870804290> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Rawat, Nalin. “Chinese Doctors Conduct First-of-Its-Kind Remote Robotic Surgery”. Supercar Blondie, 15 Haziran 2024. <https://supercarblondie.com/chinese-doctor-performs-remote-robotic-surgery/> (Erişim Tarihi: 12 şubat 2025).

Razzaki, Salman, Adam Baker, Yura Perov, Katherine Middleton, Janie Baxter, Daniel Mullarkey, Davinder Sangar, vd. “A comparative study of artificial intelligence and human doctors for the purpose of triage and diagnosis”. arXiv, 27 Haziran 2018. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1806.10698> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

“Regulation - EU - 2024/1689 - EN - EUR-Lex”. Erişim 22 Mayıs 2025. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng> (Erişim Tarihi: 22 Mayıs 2025).

Rogerson, Steve. “Intel-Powered Robot Triages Covid-19 Patients”. IoT M2M Council. Erişim 08 Mart 2025. <https://www.iotm2mcouncil.org/iot-library/news/connected-health-news/intel-powered-robot-trriages-covid-19-patients/> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Savaş, Serkan, Nurettin Topaloğlu, ve Mithat Yılmaz. “Veri Madenciliğı ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 11, sy 21 (2012). https://ticaret.edu.tr/uploads/yayin/fen21_dosyalar/1-23.pdf (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Serindere, Mehmet. “Meme Görüntülemede Yapay Zekâ Kullanımı”. *İçinde Sağlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar*, 1. bs. C. 2. Ankara: Gece Kitaplığı, 2022. https://www.gecekitapligi.com/Webkontrol/uploads/Fck/saglik_cilt2_1.pdf (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Seyhan, Serkan. “Yapay Zekâ Teknolojileri Kapsamında İdarenin Sorumluluğı”. Doktora Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, 2023.

shinkim. “National Assembly Passes the AI Basic Act”. <https://www.shinkim.com/eng/media/newsletter/2667?page=0&code=&keyword=> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Slijpen, Suzan, Mauritz Kop, ve I. Glenn Cohen. “EU and US Regulatory Challenges Facing AI Health Care Innovator Firms”. *Petrie-Flom Center Bill of Health, Harvard Law School*, 04 Nisan 2024. <https://blog.petrieflom.law.harvard.edu/2024/04/04/eu-and-us-regulatory-challenges-facing-ai-health-care-innovator-firms/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

SM, Saceanu, Angelescu C, Valeriu S, ve Patraşcu A. “Telesurgery and Robotic Surgery: Ethical and Legal Aspect”. *Journal of Community Medicine & Health Education* 05, sy 03 (2015). <https://doi.org/10.4172/2161-0711.1000355> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

Smuha, Nathalie A., ve Karen Yeung. “The European Unions’s AI Act: Beyond Motherhood and Apple Pie?” İçinde *The Cambridge Handbook of the Law, Ethics and Policy of Artificial Intelligence*, 1. bs. Cambridge: Cambridge University Press, 2025. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4874852 (Erişim Tarihi: 30 Nisan 2025).

Solaiman, Barry, ve I. Glenn Cohen, ed. *Research handbook on health, AI and the law*. Research handbooks in health and medical law series. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2024. <https://www.elgaronline.com/edcollbook-0a/book/9781802205657/9781802205657.xml> (Erişim Tarihi: 15 Nisan 2025).

Somashekhar, S.P., M.-J. Sepúlveda, S. Puglielli, A.D. Norden, E.H. Shortliffe, C. Rohit Kumar, A. Rauthan, vd. “Watson for Oncology and Breast Cancer Treatment Recommendations: Agreement with an Expert Multidisciplinary Tumor Board”. *Annals of Oncology* 29, sy 2 (Şubat 2018). <https://doi.org/10.1093/annonc/mdx781> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).

Steafel, Eleanor. “From the Flu Jab to the Pill – Why Microneedle Patches Are the Future of Medicine”. *The Telegraph*, 10 Temmuz 2017. <https://www.telegraph.co.uk/women/life/flu-jab-pill-microneedle-patches-future-medicine/> (Erişim Tarihi: 10 Mart 2025).

Şahinli, Hidayet Enes. “Robotik Cerrahide Hekimin Cezai Sorumluluğu”. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, 2023.

Şimşek, Uğur. “Sağlık Hukukunda Aydınlatılmış Rıza”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 16, sy Özel Sayı (2015). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/756175> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

“T.C. Adalet Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Plan”. Adalet Bakanlığı, t.y. <https://rayp.adalet.gov.tr/resimler/1/dosya/adalet-bakanligi-stratejik-plan-2024-2028-29-04-20244-20-pm.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

The Economist. “The world’s most valuable resource is no longer oil, but data”. 06 Mayıs 2017. <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data> (Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2025).

“The Korean AI Basic Act: Asia’s First Comprehensive Framework on AI | 荒木法律事務所 (Araki International IP&Law) ”, 17 Mart 2025. <https://arakiplaw.com/en/insight/2409/> (Erişim Tarihi: 02 Mayıs 2025).

Turan Başara, Gamze. “Avrupa Dijital Düzenleme Sisteminde Yapay Zekâ Yasası”. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi* 73, sy 4 (11 Mart 2025). <https://doi.org/10.33629/auhfd.1578021> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

“Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025”. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi, Ağustos 2021. <https://cbddo.gov.tr/SharedFolderServer/Genel/File/TR-UlusalYZStratejisi2021-2025.pdf> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

Uzun, Tuğçe. “Yapay Zekâ ve Sağlık Uygulamaları”. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 3, sy 1 (30 Haziran 2020). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1096125> (Erişim Tarihi: 08 Mart 2025).

Van Kolfshootten, Hannah, ve Janneke Van Oirschot. “The EU Artificial Intelligence Act (2024): Implications for Healthcare”. *Health Policy* 149 (Kasım 2024). <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2024.105152> (Erişim Tarihi: 28 Nisan 2025).

Wen, Yuhong, Wenqi Li, Holger Roth, ve Prerna Dogra. “Federated Learning Powered by NVIDIA Clara”. NVIDIA Technical Blog, 01 Aralık 2019.

<https://developer.nvidia.com/blog/federated-learning-clara/> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025).

“Yapay Zekâ Alanında Kişisel Verilerin Korunmasına Dair Tavsiyeler”. Kişisel Verileri Koruma Kurumu, Nisan 2025. <https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/7048/Yapay-Zeka-Alaninda-Kisisel-Verilerin-Korunmasına-Dair-Tavsiyeler> (Erişim Tarihi: 07 Mayıs 2025).

Yavuz, Can. *Deepfake (Derin Sahte) Yapay Zekâ Tarafından Üretilen Yeni Nesil Görsel–İşitsel İçerik*. 1. bs. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2022.

Yorgancıoğlu Tarcan, Gamze, Pınar Yalçın Balçık, ve Nihat Barış Sebik. “Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekâ”. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi* 14, sy 1 (30 Ocak 2024): 50-60. <https://doi.org/10.31020/mutftd.1278529> (Erişim Tarihi: 07 Mart 2025).

Yu, Kun-Hsing, Andrew L. Beam, ve Isaac S. Kohane. “Artificial Intelligence in Healthcare”. *Nature Biomedical Engineering* 2, sy 10 (10 Ekim 2018): 719-31. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z> (Erişim Tarihi: 09 Mart 2025).