

Yapay Zekânın Sağlık Uygulamalarındaki Kullanımı ve Etik Açısından Tartışılması: Geleneksel Derleme

The Use of Artificial Intelligence in Health Applications and its Ethical Discussion: Traditional Compilation

¹Ebru SAĞIROĞLU^a, ²Hale TOSUN^b

^aÜsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, İstanbul, Türkiye

^bSağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET XXI. yüzyılın gelişen teknoloji dünyası içerisinde yer alan yapay zekâ; makine öğrenimi, doğal dil işleme ve robotik alanlar ile tıpta birçok alanda uygulanabilmektedir. Biyomedikal araştırmalara, tıp eğitime ve sağlık hizmetlerinin sunumuna potansiyel katkısı sınırsız görünmektedir. Son zamanlarda sağlığı yönetmek için yapay zekâ destekli ve etkileşimli dijital müdahaleler kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin mamogramlara uygulanan yapay zekâ tabanlı tanı algoritmaları meme kanserinin saptanmasına yardımcı olurken, radyologlar için de ikinci bir görüş olarak hizmet edebilmektedir. Bununla birlikte, bu güçlü yapay zekâ teknolojisi hasta tercihini, mahremiyetini, güvenliğini ve daha birçok unsur üzerinde tehdit etme konusunda muazzam bir yeteneğe sahiptir. Özellikle sağlık alanında algoritmaların eğitimi sırasında ön yargılı verilerin dâhil edilmesi sonucu, ırkçılık ve cinsiyetçilik gibi insan ön yargılarının yapay zekâ modellerine dâhil edilirken ortaya çıkardığı etik sorunlar tartışılmaktadır. Yapay zekâ teknolojisi için mevcut politika ve etik yönergeler, yapay zekânın sağlık alanında kaydettiği ilerlemenin gerisinde kalmaktadır. Bu konuda ele alınması gereken en önemli konulardan biri, yapay zekâ teknolojisinin yararları ve risklerinin nasıl dengeleneceği ile ortaya çıkan etik sorunların çözümlenebilmesi için kullanılan verilerin kalitesini ve miktarını belirlemek ve veriler yoluyla modele kasıtlı veya kasıtsız herhangi bir ön yargının dâhil edilip edilmediğini belirlemek olmaktadır. Yapay zekâ, sağlık bakım hizmeti sunumunun verimliliğini ve hasta bakımının kalitesini artırma fırsatı sunduğundan, güvenilir yapay zekâ teknolojisini sağlık hizmetleri sistemine hızla entegre etmenin yararı bulunmaktadır. Bununla birlikte, mahremiyet ve gizliliğe yönelik tehditler, bilgilendirilmiş onam ve hasta özerkliğine yönelik tehditleri içerebilen yapay zekâ uygulamasının, etik ihlallerini en aza indirmeye ve odağında insan olan, yaşama hakkına saygılı, mahremiyet, şeffaflık, adil muamele, ayrımcılık yapmama gibi etik ilkeleri dikkate alma ihtiyacı bulunmaktadır.

ABSTRACT Artificial intelligence in the technology world of the 21st century; it can be applied in many fields in medicine, with machine operation, natural language processing and robotics. His possible contributions to biomedical research, medical education, and healthcare delivery are limitless. For the health management of the latest systems, artificial intelligence supported and interactive digital interventions are run. For example, artificial intelligence-based recognition processes based on mammograms can also serve as a 2nd opinion for target radiologists who help detect breast cancer. However, this powerful artificial intelligence technology has an enormous ability to threaten patient choice, privacy, security, and more. Ethical problems that arise when incorporating human prejudices such as racism and sexism into artificial intelligence models, especially as a result of the inclusion of biased data during the training of algorithms in the field of health, are discussed. Current policy and ethical guidelines for artificial intelligence technology lag behind artificial intelligences progress in healthcare. One of the most important issues to be addressed in this regard is to determine how to balance the benefits and risks of artificial intelligence technology and to determine the quality and quantity of the data used to solve the ethical problems that arise, and to determine whether any intentional or unintentional bias is included in the model through the data. There are benefits to rapidly integrating reliable artificial intelligence technology into the healthcare system, as artificial intelligence offers the opportunity to improve the efficiency of healthcare delivery and the quality of patient care. However, there is a need to minimize the ethical violations of artificial intelligence application, which may include threats to privacy and confidentiality, informed consent and patient autonomy, and to consider ethical principles such as human-centered, respect for the right to life, privacy, transparency, fair treatment, and non-discrimination.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ; etik ilkeler; sağlık hizmeti sunumu; sağlık sistemi

Keywords: Artificial intelligence; ethical principles; delivery of health care; health system

Yapay zekâ; küresel alanda tanım görmüş bir kavram olmamakla birlikte, makinelerin insan yeteneklerini taklit edebilme yetisine sahip olması olarak

tanımlanmaktadır.¹ Yapay zekânın sağlık alanında kullanımı ile gelişen teknoloji sayesinde modern teşhis yöntemlerine, çeşitli alternatif tedavi uygulamala-

Correspondence: Ebru SAĞIROĞLU
Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-mail: ebru.sagioglu@uskudar.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics, Law and History.

Received: 04 Aug 2022

Received in revised form: 12 Mar 2023

Accepted: 22 Mar 2023

Available online: 24 Mar 2023

2146-8982 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

rına ve minimal invaziv cerrahi prosedürlerine erişilebilmektedir. Günümüzde özellikle yapay zekânın kullanımı ile dijital konsültasyon, uzaktan tedavi ve mobil sağlık uygulamaları, tele-tıp gibi sistemlerde yerini almaya devam etmektedir.² Sağlık alanında küresel çevrede yapay zekâ ile sağlık teknolojilerinin yer almasına duyulan ihtiyaç, literatürde çok sayıda yapılan çalışma ile doğrulanmıştır.^{2,3} Sağlık ekosistemi ve bilişim teknolojileri üzerinde yapılan çalışmaların etik ilkeler çerçevesinde ilerleme kaydetmesi gerektiği vurgulanmıştır. Böylece sağlık sisteminin kalitesi artacak ve yapay zekâ teknolojisinin doğru kullanımı sağlanacaktır.³ Yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerini kullanmaktadır. Makine öğrenimi algoritmaları ile toplanan çok sayıda sağlık verisi ile hasta teşhisi, bir hastalığın başlangıcından sonra seyrinin prognozu, bir klinisyenin sağlık bakım çalışmalarının desteklenmesi, ilaç geliştirme ve hastalara bireyselleştirilmiş tedavi seçenekleri gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır.⁴ Dijitalleşme, küresel alanda yaşamın tüm boyutlarında önem kazanmışken; toplumların sağlık hizmetlerine ulaşma, tüketme ve yönetme şekilleri gün geçtikçe değişmektedir. Başta yapay zekâ olmak üzere nesnelere interneti, bulut bilişim ve blok zinciri gibi XXI. yüzyılın çığır açan teknolojileri devrim niteliğinde gelişmelerle dünya üzerinde yayılmaya ve kullanılmaya başlanmıştır.⁵ Özellikle giyilebilir sağlık ürünleri, genom bilimi, nanotıp, 3D baskı alanındaki gelişmeler mevcut uygulamaların faydalarını artırarak sağlık harcamalarını azaltacak ve süreçte karşılaşılan hataları minimize edebilecektir.³ Yapay zekânın sağlık alanındaki kullanımını sınırsız olsa da etik sorunları incelemek, anlamak, tarafsız yorumları ve sonuçları bildirmenin sorumluluklarını kabul etmek önemlidir.⁴ Buna bağlı olarak, elektronik sağlık kayıtları ve elektronik tıbbi kayıtların kullanılması, veri mahremiyetinin sağlanması, seçici ön yargıya (örneğin bir araç bazı bireysel gruplar için diğerlerinden daha iyi veya daha kötü çalıştığında) karşı adaletin sağlanması, model performans ölçümlerini uygun şekilde kaydetme ve raporlama konusunda şeffaf olma ve hesap verilebilirlik ilkesine uygun olarak etik değerlendirmelerin yapılması son derece önemlidir.^{4,6,7} Yapay zekâ sistemleri insanlar üzerinde karar alma mekanizmalarına sahip olmasına rağmen insanın duygusal, sosyal ve kültürel

boyutları başta olmak üzere henüz insanı tüm boyutları ile anlayabilecek seviyede değildir. Bununla birlikte, ülkemizde ve dünyada hukuksal düzenlemeler içerisinde yapay zekâ için etik ilkelerin yer aldığı standardize edilmiş bir düzenleme bulunmamaktadır.⁸ Yapay zekâ; nitelikli iş gücü oluşturma, doğru karar verme mekanizmalarını ortaya çıkarma, yarar sağlama, maliyeti azaltma gibi birçok yarar sağladığı düşünülerek geliştirildiğinden, makalede, yapay zekânın sağlık alanında kullanım sürecinde etik yönden bilgi edinme, etik konularda hassas olma, etik konularda var olan eksikliklerin farkına varılması ve etik değerlendirmelerin yapılarak politikalar geliştirilmesinin önemi hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamalarının sanal ve fiziksel uygulamaları olmak üzere 2 ana dalı bulunmaktadır. Sanal uygulamaları deneyim yoluyla öğrenmeyi geliştiren ve matematiksel algoritmalarla temsil edilen makine öğrenimi ile temsil edilmektedir. Üç tür makine öğrenimi algoritması vardır: İlki denetimsiz (kalıp bulma yeteneği), 2.'si denetimli (önceki örneklere dayalı sınıflandırma ve tahmin algoritması) ve 3.'sü pekiştirmeli öğrenmedir (belirli bir problem alanında bir strateji oluşturmak için ödül ve ceza dizilerinin kullanılması).⁹ Günümüzün sağlık hizmetleri hakkındaki "sistem düşüncesi", yalnızca hastalar ve sağlık profesyonelleri arasındaki klasik etkileşimlere odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda daha büyük ölçekli organizasyonları ve döngüleri de içinde bulundurur. Ancak sağlık sistemi, klasik sistem düşüncesine dayalı kalarak durağan olmamalı, kendi deneyimlerinden öğrenmeli ve sürekli süreç iyileştirmelerini uygulamaya çalışmalıdır. Bu süreç, önemli ilerleme sağlamak için yapay zekâyı kullanan bir kuruluş oluşturmayı veya bu kuruluşa dâhil olmayı içermektedir.¹⁰ Örneğin yapay zekânın sanal uygulamaları, ailede kalıtsal bir hastalık öyküsü olan veya artan bir kronik hastalık riski olan bireyleri tanımlamak için belirli algoritmaların kullanıldığı elektronik tıbbi kayıtları oluşturmaktadır.¹¹ Yapay zekâ, sağlık profesyonellerinin "gerçek zamanlı olarak en uygun kararları" almak için kolektif bilgileri edinmelerini, paylaşımlarını ve gerekli uygulama-

larda bulunmalarını sağlayarak kurumsal sağlık hizmeti performansını iyileştirmek için kullanılmaktadır.⁹

Yapay zekânın sağlık hizmetlerinde kullanıldığı 2. uygulama biçimi ise fiziksel uygulamalardır. Robotlar, tıbbi cihazlar ve fiziksel nesnelere bu grup içerisinde yer almaktadır. Sağlıkta umut verici yaklaşımlar arasında Japonya'nın geliştirdiği yapay zekâ teknoloji ile çalışan "Carebots" yer almaktadır. Bilişsel gerileme ve sınırlı hareket kabiliyetine sahip yaşlı bireylere bir rehber olarak geliştirilmiştir.⁹ Robotların kullanımının en etkileyici örneklerinden biri, otistik çocuklarla iletişim kurma ve öğretme yetenekleridir. Burada ve robotik müdahaleden yararlanabilecek diğer birçok durumda, önemli etik hususların, müdahaleden önce çözülmesi gerekecektir.⁹

Ülkemizde, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2017-2019 yıllarına ait Hayat Tabloları (TÜİK 2020) incelendiğinde, birey için beklenen yaşam süresinin 78,6 olduğu belirtilmiştir.¹² Buna karşın 2017 Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü verilerine bakıldığında, Türkiye'de 100 bin kişiye 187 hekim düşmektedir. Uzun yaşam süresi ile sınırlı kaynaklarla sağlık hizmetinin karşılanmaya çalışıldığı bir gelecek bizleri beklemektedir. Bu nedenle yapay zekânın yer aldığı teknolojilerin kullanımının önemli olduğu belirtilmiştir. Bu doğrultuda, yaşam süresi içerisinde karşılaşılan başlıca sorunlar bu süreci hızlandırmıştır. Başlıca sorunlar;¹³

- Sağlığı tehdit eden hastalıklar
- Düşük kaliteli yaşam standartları
- Maliyet artışı ve rekabet
- Bilişim teknolojisindeki gelişmeler
- Dünyada 65 yaş üzeri nüfus artışı

Yapay zekâ ile geliştirilen teknolojilerin tıp alanında kullanımı günümüzde yaygın hâle gelmiştir. Yapay zekânın bu yeni kullanımındaki en büyük zorluk, sağlık hizmetleri gibi kritik uygulamalar için makine öğrenimi ve derin öğrenme ile güçlendirilmiş uygulamaların sağlık göstergeleri üzerindeki etkisinin standartlaştırılmamış, karşılaştırılmamış ve değerlendirilmemiş olması ile birey üzerindeki psikolojik ve fiziksel durumdaki değişiklikleri, yan etkilerin ve sonuçların ölçülmesine yönelik verilerin değerlendirilmemiş olmasıdır.¹⁴

Ülkemizde sağlık kurumlarında yapay zekânın kullanımı düşünüldüğünde, büyük teknoloji firmaları iş birliği ile ortak çözümler geliştirilerek raporlar oluşturulmaktadır. Böylece Merkezi Hekim Randevu Sistemi üzerinden başvuran hasta sayısı ve ilaç kullanım tahmini gibi verilere ulaşılabilmektedir.¹³

Kalis ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) hasta dosyalarının oluşturularak verilerin saklanması yapay zekânın kullanılması ile yaklaşık 19 milyar dolarlık tasarruf elde edileceği öngörülmektedir.¹⁵ Yine ABD'de geliştirilen Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing) ile sağlık profesyonellerinin seslerinin tanınmasıyla tekste dökülmesini sağlayan dokümantasyon sistemi geliştirilmiştir.¹⁶ Sağlık sisteminde iş yükünün sürekli artması ve çalışan sağlık profesyonel sayısının arz talebi karşılamaması ile gelişen teknoloji içerisinde yapay zekâ tabanlı uzaktan sağlık çözümleri geliştirilmesine başlanmıştır. Türkiye'de özel bir sağlık sigorta şirketi sanal asistan ile sağlık hizmeti başlatmıştır. ABD'de ise "Care Angels" uygulaması popüler tele-sağlık uygulamaları arasındadır. Aynı zamanda, her iki uygulamada yapay zekâ tabanlı ses sistemi ile sağlık önerileri sunulabilmektedir.¹³

Tran ve ark.nın yapmış olduğu bir çalışmada, yapay zekânın sağlık ve tıpta artan kullanımı ile ilgili olarak 1977-2018 yılları arasında toplam 27.451 makale incelenmiştir. Bu çalışmalarda, klinik hastalıkların tanı, teşhis ve tedavi süreçlerinde makine öğrenmesi ve yapay zekâ çalışmaları yapılması özellikle kalp hastalıkları, kanserler, böbrek hastalıkları, Alzheimer gibi hastalıklar üzerinde çalışıldığı ve yakın gelecekte hastalık süreçlerinde yapay zekâ tabanlı uygulamalar ile daha sık karşılaşılacağı yönünde bilgi verilmektedir.¹⁷

Konu ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada ise sağlık uygulamalarında yapay zekânın kullanımı, verinin çokluğu ve kalitesi ile ilişkilidir. Toplanan veriler sonucunda, bireylerin yaşam alanları içerisinde sağlığı koruyucu stratejilerin oluşturulması, sağlık risk haritalarının belirlenmesi ve sağlık bazlı gruplamaların yapılması akıllı şehirlerin oluşmasının temelini oluşturmaktadır. Günümüzde bulut ortamında yaklaşık 36 trilyon gigabyte veri olduğu tahmin edil-

mektedir. Yakın gelecekte akıllı şehirler ile birlikte sağlık sistemlerinde yapay zekâ teknolojilerine geçilmesiyle bu verinin katrilyonlarca gigabyte olacağı varsayılmaktadır.¹⁸

SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKÂNIN KLİNİK AMAÇLI UYGULAMA ALANLARI

Yapay zekânın sağlık uygulamalarına ve klinik uygulamalara entegrasyonunun önemli iyileştirmeler sağlayacağı düşünülmektedir. Sağlık bakım hizmetlerinde bakım kalitesinin artacağı, hastalar ile klinisyenler arasındaki zaman yetersizliğinin ortadan kalkacağı, genel maliyetin azalacağı, hastalığın teşhisinde hataların azalacağı ve hastalığı tahmin etme sürecinin daha iyi olacağı belirtilmektedir. Sonuç olarak birçok şirket, sağlık profesyonellerine yardımcı olacak şekilde tasarlanmış algoritmalar geliştirerek makine öğrenimi tabanlı teknolojileri sağlıkla ilgili karar alma süreçlerine dâhil etmektedir.^{19,20} Bununla birlikte, makine öğrenimi tekniklerini sağlık sistemine dâhil etmek, olası faydalar ve beklenen zararların etik açıdan değerlendirilmesinde ciddi önem taşımaktadır.²¹ Gelişmekte olan bu alandaki bazı önemli çalışmalara aşağıda yer verilmektedir.

IBM WATSON

En önemli özelliği insanların sosyal iletişimlerinde kullandıkları doğal dilleri algılayabilen, ilgili konuya uygun cevap üretebilen ve soru yöneltebilen bir platform olmasıdır. Bu yönüyle “Hasta yoktur, hastalık vardır” yaklaşımını benimseyerek, gerektiğinde nitelikli performans sağlayabilmektedir.²² Bireye ait tüm geçmiş ve şimdiki verilere sahip olan IBM Watson (IBM, New York, ABD), ne kadar veri ile desteklenirse optimal seviyede süreci sürekli olarak dinamik tutmaktadır. Böylece bireye özel çözüm üretebilme, hastalık öngörüsünde bulunabilme ve toplumun sağlık refahını koruyabilme potansiyeline sahiptir.²³ Watson’un klinikte çalışma alanları; onkoloji, yeni ilaç yapımı, toplum sağlığını geliştirme ve kişisel sağlık hizmeti sunmada nitelikli rol almaktadır.²⁴

CİLT KANSERİ

Annals of Oncology dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre görüntüleme teknolojilerine uyumlandırılmış yapay zekâ ile son yıllarda artış yaşanan cilt

kanseri olgularında tanı koyma ve kötü huylu kanseri ayırt edebilme özelliklerine sahiptir.²⁵ Almanya, ABD ve Fransa’dan bir ekip, makineye derin öğrenme konvolüsyonel sinir ağına 100.000’den fazla görüntü tanımlayarak kötü huylu tümörün iyi olandan ayırt edilmesini öğretmişlerdir. Makine, 17 ülkeden 58 dermatoloğa karşı %95 oranında doğru tespitte bulunmuştur.²⁶

MEME KANSERİ

Tekras’taki Houston Metodist Araştırma Enstitüsündeki araştırmacılar tarafından geliştirilen yeni yapay zekâ yazılımı, meme kanseri riskini doğru bir şekilde tahmin edebilmektedir. Ekip, programın mamogramları yorumlayabildiğini ve hasta verilerini bir hekimden 30 kat daha hızlı ve %99 doğrulukla teşhis edebildiğini belirtmektedir.²⁷ Araştırmacılar, yazılımı, 500 meme kanseri hastasının mamogramlarını ve patoloji raporlarını değerlendirmek için kullanmışlardır.²⁷ Programın hasta çizelgelerini taradığı, teşhis özelliklerini topladığı ve mamogram bulgularını meme kanseri alt tipiyle ilişkilendirdiği ifade edilmektedir.²⁸ Böylece gereksiz biyopsileri azaltma potansiyelinin de olduğu ifade edilmektedir.²⁷ ABD ve İngiltere’de her yıl 40-50 yaş aralığındaki 42 milyona yakın kadın meme kanseri taraması yapmaktadır. Bu doğrultuda yapay zekâ uygulamaları ile doğru ve zamanında tespitin hastaneye yatış süresi, mortalite ve morbidite oranlarını azaltabileceği yönünde açıklamalar yapılmaktadır.²⁹

GÖZ SAĞLIĞI UYGULAMASI

Diyabetin bir sonucu olan ve körlüğün önde gelen nedenlerinden biri olan diyabetik retinopati, şu anda 146 milyon diyabet hastasını etkilemektedir. Uluslararası Diyabet Federasyonu’na göre bu sayı 2030 yılına kadar 578 milyona ulaşacaktır.³⁰ Bir tıbbi teknoloji şirketi, dünyanın her yerinden retina hastalıklarını hızlı ve doğru bir şekilde teşhis etmek için yapay zekâ kullanmıştır. Farklı retina görüntüleri kullanılarak teşhis yapmak için tasarlanmış yapay zekâ algoritmalarına dayanan oftalmolojiye özel bir araçta yer almaktadır.³¹ Uygulama, hastanın gözlerinin iç arka yüzeyi olan fundusun fotoğraflarını çekmek için kullanılmaktadır. Bu görüntüler daha sonra güvenli bulut sistemine gönderilmekte; burada yapay zekâ al-

goritmaları bunları analiz etmekte ve sonuçları 2 sn'den daha kısa sürede vermektedir. Kanıtlanmış doğruluk oranının %99'dan fazla olduğu belirtilmektedir.³²

KOMADAKİ HASTANIN NE ZAMAN UYANACAĞINI BİLEN BİLGİSAYAR

Çin'in Pekin şehrinde 3 bilim uzmanı tarafından geliştirilen bir yapay zekâ teknolojisinde hekimler tarafından yaşama umudunun kalmadığı, komada bulunan 7 hastaya geliştirilen yapay zekâ teknolojisini uygulamışlardır. Yapay zekâ teknolojisi 7'sinin de uyanacağını bildirmiştir ve hastalar uyanmıştır.³³ Örneğin komada bulunan 19 yaşındaki bir hasta için hekimler 4 kez değerlendirme yapmışlardır. 23 puanlık komadan çıkabilme ölçeğinde hekimler 7 puan verirken, yapay zekâ teknolojisi 20 üzerinde puan vermiştir. Hasta, yapay zekâ teknolojisinin dediği gibi uyanmıştır. Yedi yıl içerisinde geliştirilen bu teknolojide, sinirsel aktivitelerin bir hekimin göremeyeceği ve izleyemeyeceği kadar karmaşık ve sayısız olduğunu, ancak makine öğrenmesi ile algoritmalarla donatılmış bir yapay zekâ teknolojisi olduğu belirtilmektedir.³⁴

ENLİTİC

Derin öğrenme teknolojisi ile geliştirilmiştir. Radyoloji, patoloji, kan testleri, elektrokardiyografi, genomik, hasta öyküleri ve elektronik sağlık kayıtları gibi çok çeşitli tanı yöntemlerini analiz etmektedir.³⁵ Hastaları bireysel sonuçları doğrultusunda, %50 oranında bir hekimden daha güvenli sonuçlar ile tıbbi verileri analiz edebilmektedir. Yapay nöron ağları, bir insandan daha doğru ve hızlı şekilde büyük veri setlerini analiz edebilmektedir.³⁶ İnmeli hastaların hastaneden taburculuğu esnasında mortalite veya morbidite olasılığını tahmin etmede kesinliği artırmak için klinik yargı %17 oranında doğru yargıya ulaşma olasılığı taşırken, gelişmiş bir risk tahmin algoritması kullanıldığında %90 oranında doğru yargıya ulaşabileceği belirtilmiştir.³⁷ Enlitic (Enlitic, Amerika Birleşik Devletleri) bir hastaya ait olan verileri öğrenmek için milyonlarca görüntüyü incelemektedir.³⁵ Böylece milisaniye kadar hızlı bir şekilde yorumlamaktadır. Bir radyoloğun performansından 10.000 kat daha hızlı çalışabilmektedir.³⁶

SAĞLIK HİZMETLERİNDE KULLANILAN YAPAY ZEKÂYA BAĞLI ETİK SORUNLAR VE ETİK DEĞERLENDİRME

Sağlık hizmetlerinde kullanılmak üzere geliştirilen bir yapay zekâ sisteminin oluşturulmasında ilk adım; verilerin toplanması, korunması ve erişime açılmasıdır. Ancak temel endişe, makine öğrenimi algoritmalarını eğitmek için kullanılan verilerin kalitesi ve temsil edilebilirliğidir.³⁸ Örneğin düşük sosyoekonomik düzeydeki insanların belirli tıbbi teşhis kategorilerinde daha az temsil edildiği veya acil bakım kategorilerinde daha fazla temsil edildiği gözlenebilir. Bu özellikteki hastaların, diğer özelliklere sahip bireylere göre bir kuruma daha fazla başvurmuş olması, potansiyel tıbbi ilgi düzeyine sahip araştırma sonuçlarını diğer özelliklere sahip gruptan ziyade çoğunluğu temsil eden popülasyonlar için daha anlamlı hâle getirmektedir.³⁸ Etik açıdan önemli olan bir başka konu ise yapay zekâ konusunda gelişmiş yeteneklere sahip şirketler ile sağlık veri setlerini bu şirketlere sağlayan sağlık hizmeti kurumları arasındaki iş birlikleridir.³⁸ Yapay zekâ araştırmalarında kullanılan verilerin açık rıza ile kullanılıp kullanılmadığı veya kullanımından toplumsal fayda sağlanıp sağlanmayacağı gibi soruların yanı sıra bireylere ait verilerin toplanması, işlenmesi ve müdahale edilmesi ile bireylerin kişisel hakları, özgürlükleri ve mahremiyetlerinin doğrudan etkilendiği belirtilmektedir.³⁹ Bireylere bilgilendirme yapılarak verilerin, hangi amaçla nerelerde kullanılacağı açık bir şekilde anlatılmalı ve onamları alınarak verileri işlenmelidir. Alman Etik Konseyi 2017 yılında "Veri-Hakimiyeti" bildirgesinde geniş olarak bu konuya yer vermiş, kişinin verilerine sahip çıkabilmesi ve istediği gibi bu konuda bu verilere kimlerin ulaşabileceğine ve kullanabileceğine karar verebilme hakkı olduğunu açıklamıştır.³⁶ Ülkemizde "Kişisel Verilerin Korunması Kanunu" ve "Kişisel Sağlık Verilerinin İşlenmesi ve Mahremiyetinin Sağlanması Hakkında Yönetmelik" de teknolojik imkânlarla birlikte verilerin kolaylıkla ele geçirilebilmesinin söz konusu olduğu ve verilerin korunması için gerekli güvenlik önlemlerinin alınması, şeffaf ve dürüst bir veri işleme sürecine bağlı kalınması gerektiği vurgulanmaktadır.³⁷

Hasta bakımı için yapay zekâ kullanımındaki etik sorunlar, belirli kullanımlara ve uygulamalara

bağlıdır. Hastanın mevcut sağlık durumunun, almış olduğu hastalık tanısının veya almış olduğu tedavinin ciddiyeti yapay zekâya güvenme derecesi ile ilişkilidir.³⁸ Bununla birlikte, sağlık sistemi hizmetlerinde yapay zekânın sahip olduğu otomasyonun etik açıdan ilgili çıkarımlara sahip olma olasılığının düşük olmadığı varsayılmaktadır. Örneğin hastanede uzun süreli yatışların riskini hesaplayan bir yapay zekâ uygulamasının uzun süre yatış gerektirecek hasta bireylere karşı ayrımcılık yapabileceği düşünülmektedir.^{38,39} Yapay zekânın hasta bakım hizmetlerinde karar destek mekanizması olarak tanıtılması ile tıbbi karar verme adımlarının merkezinde yer alması sonucu hasta birey-hekim ilişkisinde tıp etiği ilkelerinin (yararlılık, zarar vermeme, hastalara saygı) rol oynamasının nasıl beklenebileceği sorusunun yanıtları aranmaktadır.^{38,39} Örneğin yapay zekâ tabanlı yaşam destek platformu bir yaşlı bireyin sınırlı hareket kabiliyetine daha iyi bakım sağlamak için son derece yararlı iken, aynı zamanda hasta bireyin sosyal izolasyonunda artış yaşamasına neden olabilir.³⁸ Bunun yanı sıra yukarıda yer alan yapay zekâ uygulamalarının klinik amaçlı uygulama alanları ile ilgili olarak yapay zekânın insan hekimlere kıyasla eşit veya üstün sonuçlar ortaya koymasına rağmen yapay zekâ uygulamalarının klinik bakımda kullanılması için yeterli bilgi birikiminin oluşturulamamış ve etik değerlendirmelerinin yapılamamış olması tartışılmaktadır.^{40,41}

Yapay zekânın kullanımında etik sorunlar ele alındığında, bekle-gör yaklaşımının savunulabileceği düşünülse de bu yaklaşımın giderek artan miktarda kişisel verinin toplanması ve kullanılması, etik incelemeler, kanıt standartlar ve bilgilendirilmiş onam gibi mevcut bileşenlerin yeterliliğini sorgulamakta yetersiz kaldığı belirtilmektedir.⁴² Bu nedenle uyarlanabilir yönetim modelinin kullanılması önerilmiştir. Uyarlanabilir yönetim modelinin kapsayıcı özelliğinden yararlanarak tasarlanan örneğe göre büyük veriler ile yapay zekâ kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek etik sorunları ve bu sorunları değerlendirmek için “sistemik gözetim” adı verilen yeni bir yönetim modelinin kullanılmaya başlandığı duyurulmuştur.⁴³ Sistemik gözetim yaklaşımı, sağlık alanında kullanılan verilerin etik değerlendirme sürecinde rehberlik eden 6 bileşene dayanmaktadır:

Uyum sağlama (**adaptivity**), esneklik (**flexibility**), kapsayıcılık (**inclusiveness**), yansıtma (**reflexivity**), yanıt verme (**responsiveness**) ve izlemedir (**monitoring**). Bileşenlerin ilk harfleri kısaltmayı oluşturmaktadır.^{44,45}

ABD’de Amerikan Tabipler Birliği, 2018 yılında yapay zekâ ile ilgili politikasını yayımlamıştır. Yapay zekânın klinik alanda ortaya çıkması muhtemel ayrımcılık ve ön yargı, veri gizliliği ve ihlalleri, şeffaf olmama gibi etik sorunlar konusunda dikkatli olunması gerektiğinin altını çizmiştir.⁴⁶

AYRIMCILIK VE ÖN YARGI

Yapay zekâda yer alan veri analizlerinin insan doğasında bulunan ön yargılara karşı mücadelede kullanılması durumu belirtilmektedir. Özellikle yapay zekâ ön yargılar için eğitildiğinde, geliştiricisinin kişisel ön yargılarını taşıma riski ortaya çıkmaktadır.⁴⁷ Böylece yapay zekâ veri algoritmasının en temel sorunlarından biri, geliştiricisinin ön yargılarını güçlendirmiş şekilde ortaya çıkarma potansiyeline sahip olmasıdır.⁴⁸ Bir diğer önemli sorunsu büyük veri analizlerini işleyerek çok çeşitli verilerden öğrenme kabiliyetine sahip olması ve ön yargılara karşı farklı uygulamaların ortaya çıkma riskinin olmasıdır. Özellikle demografik verilerin kullanılması ve barınma, istihdam gibi temel hizmetler için uygunluk belirlenmesi durumunda ön yargıların etkili olabileceği belirtilmektedir.⁴⁹

VERİ GİZLİLİĞİ VE İHLALLERİ

Etik sorunlar arasında ele alınması gereken başka bir konu ise veri gizliliği ve veri ihlalleridir. Yapay zekânın ortaya çıkması ve teknolojiye ilerlemelerle birlikte bilgi erişimi arttıkça, mahremiyet ve veri gizliliğine ait sorunlar da ortaya çıkmaktadır.⁴⁸ Kişisel cep telefonları üzerinden konum verileri takip edilirken, yaydığı sinyallerin 7/24 izlenmesi mümkün olmaktadır. Ancak yapay zekâ uygulamaları kişisel verilerin gizliliği ve korunması ile ilgili olarak sınırlı kontrol ve gözlem sağlamaktadır. Bir diğer risk ise bireylerin manipüle edilmesidir.⁴⁷ Örneğin 2017 yılında bir veri bilişim şirketi, sosyal medya platformu üzerinden 50 milyondan fazla kişinin verisini toplamış, analiz etmiş ve profillemeye yöntemi ile gruplara ayırarak bireylere bu kişilerin oy kullanmalarını ma-

nipüle edecek şekilde içerik paylaşımları göndermiştir.⁵⁰

ŞEFFAFLIK

Günümüzde yapay zekâ bireylerin kişisel hayatları konusunda karar alma mekanizmasına sahiptir. Ancak bir bireyin yaşam koşullarını etkileyebilecek değişimlere neden olan bu teknoloji incelendiğinde, neden bu kararların veriliyor olması veya neden bu tercihlerin bu şekilde yapılıyor olması gibi sorular karşısında karmaşık ve ulaşılmaz bir bilgi sürecinden geçmektedir.⁸ Oysa yapay zekâ sürecinde şeffaflığın sağlanmaması veya hukuksuzluk içerip içermediği konusunda bilgi sahibi olunmaması, alınan kararların bir ön yargıya dayanıp dayanmadığı konusunda bilgi veremeyecektir.⁸ Bireyler için alınan otomatik kararlar karşısında birey itiraz edemeyecektir. Örneğin karar alma mekanizması ile çalışma bir yapay zekâ uygulaması birey için en doğru kararı aldığı tespit edilse de ön yargı sonucu ayrımcılık taşıyıp taşımadığı bilinemeyecektir.⁵¹

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından, 2019 yılında yapay zekâ odaklı tıbbi cihazların klinik kullanımını sırasında elde edilen yeni verilere ve kendi kendini eğitmeye devam eden algoritma sorununu ele alan düzenleyici bir çerçeve yayımlanmıştır.⁵¹ Ancak tek başına mevcut düzenleyici bir araca güvenmek, yeterli düzeyde kamu güvenini ve hesap verebilirliği sağlamada başarısız olacağı düşüncesi ile etik değerlendirmelerin yapılmasında sistemsel gözetim savunulmaktadır. Böylece yukarıda bahsedilen sürece rehberlik eden 6 bileşen ışığında etik değerlendirmelerin yapılması sırasında sosyal bilimciler gibi yeni profesyonel alanların ortaya çıkmasının sağlanması düşünülmektedir.^{38,45}

GÜNCEL GELİŞMELER

■ Avrupa Birliği komisyonu riske dayalı yaklaşım çerçevesinde yapay zekâ uygulamaları arasında yüksek risk ayrımının yapılabilmesi için net kriterlerin belirlenmesinin gerektiğini belirtmiştir.⁵⁰

■ Avrupa Birliği komisyonu, yüksek riskli yapay zekâ uygulamaları için öngörülen hukuki yükümlülüklerin yerine getirilmesi amacıyla objektif bir ön uygunluk değerlendirme sürecinin başlatılması gerektiğini belirtmiştir.⁵⁰

■ Yapay zekânın denetimi ve yapay zekâ donanımlı ürünlerin sertifikalandırılması süreçlerinde farklılıklar oluşmaması için yetkili makamların iş birliği içerisinde olması gerektiği vurgulanmaktadır.⁵²

■ Avrupa Birliği Komisyonu'nun Nisan 2021 tarihinde aldığı karara göre yüksek risk taşıdığı tespit edilen algoritmaların kullanımı yasaklanabilecek, gerekli nitelikleri taşımadığına kanaat getirilen algoritmaların Avrupa Birliği'ne girmesi engellenebilecektir.⁵³

■ Yapay zekâyı etik açıdan ele alan ilk yasal belge ise ABD tarafından 2019 yılında ortaya konulmuştur.⁵³

SONUÇ

Küresel alanda sağlık sistemlerinde yaşanan sorunlar, insan nüfusundaki artış, artan sağlık harcamaları, yanlış tanı, teşhis ve tedaviler ve nitelikli sağlık bakım sistemlerinin eksikliği gibi sorunlar günümüzde tartışılan konuların başında yer almaktadır. Bu sorunların çözümünde gelişen teknoloji ile yapay zekâ uygulamaları gündeme gelmektedir. Makine öğrenimi, doğal dil işleme ve robotik alanlarını içeren yapay zekâ araçları kullanılarak üretilen teknoloji sağlık sektörünü doğrudan etkilemektedir. Literatür incelendiğinde, yapay zekâ teknolojilerinin sağlık hizmeti sunucularına yardımcı olarak hizmet verimliliğini artıracığı öngörülmektedir. Özellikle hasta bakımı alanında, yapay zekâ kullanımının öncesinde klinik doğrulamanın önemli olduğu belirtilmektedir. Bu amaçla hastaneler, klinik yöneticiler tarafından belirli bir yapay zekâ teknolojisinin benimsenmesi ve hasta bakımı üzerindeki etkileri ile bakım süreci boyunca hastaların bakıma katılımı üzerindeki etkilerinin periyodik olarak izlenmesi konusunda görevlendirilen “klinik yapay zekâ gözetim organları” ile donatılabilir. Ayrıca onay gerekliliklerinin, örneğin teşhis alanında, yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş veri işlemenin varlığına göre uyarlanması kaçınılmazdır.

XXI. yüzyılda hızla gelişen teknoloji ve ortaya çıkan yenilikler sağlık sektörünü doğrudan etkilemektedir. Büyük teknoloji şirketleri geliştirdikleri yapay zekâ teknolojileri sürecinde etik sorunlar karşısında kendi kendilerini yönetme ve hükümet göze-

timi altında bir düzenleme sürecine tabi olmamaktadır. Avrupa Birliği veri gizliliği yasalarına sahip olsa da Avrupa Komisyonu yapay zekânın etik kullanımını için resmî bir düzenleme düşünmeye devam etmektedir. Ulusal ve uluslararası boyutta yapay zekânın uygulanmasına yönelik gerekli etik düzenlemelerin daha fazla zaman kaybedilmeden yapılması gerekmektedir. Bireylerin ve sağlık profesyonellerinin, yapay zekâ teknolojisinin sosyal ve etik sonuçları hakkında farkındalığının artması gerekmektedir. Türkiye'nin de bu anlamda yapay zekâ sistemlerinin güvenli, temel hak ve özgürlüklere saygılı bir yaklaşımla var olan riskleri kontrol altına alması için düzenleme çalışmalarının yapılması ve stratejik hedeflerin belirlenmesi önerilmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğru-

dan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Ebru Sağıroğlu; **Tasarım:** Ebru Sağıroğlu; **Denetleme/Danışmanlık:** Hale Tosun; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ebru Sağıroğlu; **Analiz ve/veya Yorum:** Hale Tosun; **Kaynak Taraması:** Ebru Sağıroğlu; **Makalenin Yazımı:** Ebru Sağıroğlu; **Eleştirel İnceleme:** Hale Tosun; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Ebru Sağıroğlu.

KAYNAKLAR

- (EPRS) European Parliamentary Research Service [Internet]. [Cited: December 11, 2021]. Understanding algorithmic decision-making: Opportunities and Challenges. Available from: [\[Link\]](#)
- Liu PR, Lu L, Zhang JY, Huo TT, Liu SX, Ye ZW. Application of artificial intelligence in medicine: an overview. *Curr Med Sci.* 2021;41(6):1105-15. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Şimşir İ, Mete B. Sağlık hizmetlerinin geleceği: dijital sağlık teknolojileri [The future of healthcare services: digital health technologies]. *JOINIHP.* 2021;2(1):33-9. [\[Link\]](#)
- Basu T, Engel-Wolf S, Menzer O. The ethics of machine learning in medical sciences: where do we stand today? *Indian J Dermatol.* 2020;65(5):358-64. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Coşkun F, Gülleroğlu HD. The Development of Artificial Intelligence in History and in Education Using. *AÜEBFD.* 2021;54(3):1-20. [\[Crossref\]](#)
- Were MC, Meslin EM. Ethics of implementing Electronic Health Records in developing countries: points to consider. *AMIA Annu Symp Proc.* 2011;2011:1499-505. [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Matthias A. The responsibility gap: ascribing responsibility for the actions of learning automata. *Ethics Inf Technol.* 2004;6(3):175-83. [\[Crossref\]](#)
- Erdoğan G. Yapay zekâ ve hukukuna genel bir bakış [An overview of artificial intelligence and its law]. *AD.* 2021;(66):117-92. [\[Link\]](#)
- Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism.* 2017;69S:S36-S40. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Silverman BG, Hanrahan N, Bharathy G, Gordon K, Johnson D. A systems approach to healthcare: agent-based modeling, community mental health, and population well-being. *Artif Intell Med.* 2015;63(2):61-71. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Castaneda C, Nalley K, Mannion C, Bhattacharyya P, Blake P, Pecora A, et al. Clinical decision support systems for improving diagnostic accuracy and achieving precision medicine. *J Clin Bioinforma.* 2015;5:4. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) [Internet]. © 2020. [Erişim tarihi: 10 Aralık 2021]. Hayat tabloları, 2017-2019. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Akalın B, Veranyurt Ü. Sağlıkta dijitalleşme ve yapay zeka [Digitalization in health and artificial intelligence]. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi.* 2020;2(2):131-41. [\[Link\]](#)
- Knight BA, Potretzke AM, Larson JA, Bhayani SB. Comparing expert reported outcomes to national surgical quality improvement program risk calculator-predicted outcomes: do reporting standards differ? *J Endourol.* 2015;29(9):1091-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Harvard Business Review [Internet]. © 2021 Harvard Business School. [Cited: December 15, 2021]. Kalis B, Collier M, Fu R. 10 Promising AI Applications in Health Care. Available from: [\[Link\]](#)
- Roh J, Park S, Kim BK, Oh SH, Lee SY. Unsupervised multi-sense language models for natural language processing tasks. *Neural Netw.* 2021;142:397-409. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Tran BX, Vu GT, Ha GH, Vuong QH, Ho MT, Vuong TT, et al. Global evolution of research in artificial intelligence in health and medicine: a bibliometric study. *J Clin Med.* 2019;8(3):360. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Allam Z, Hourriyah T, Thondoo M. Redefining the use of big data in urban health for increased liveability in smart cities. *Smart Cities.* 2019;2(2):259-68. [\[Crossref\]](#)
- Obermeyer Z, Emanuel EJ. Predicting the future-big data, machine learning, and clinical medicine. *N Engl J Med.* 2016;375(13):1216-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)

21. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing machine learning in health care-addressing ethical challenges. *N Engl J Med.* 2018;378(11):981-3. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
22. Somashekar SP, Sepulveda MJ, Norden AD, Rauthan A, Arun K, Patil P, et al. Early experience with IBM Watson for Oncology (WFO) cognitive computing system for lung and colorectal cancer treatment. *JCO.* 2017;35(15):8527-7. [[Crossref](#)]
23. Strickland E. IBM Watson, heal thyself: How IBM overpromised and under-delivered on AI health care. *IEEE.* 2019;56(4):24-31. [[Crossref](#)]
24. Uzun M. Yapay zekâ: fırsat ve tehditler. Demir İ, editör. *Disiplinlerarası Politika Vizyonu ve Stratejiler.* 1. Baskı. Ankara: Iksad Publishing House; 2020. p.137-53.
25. Mar VJ, Soyer HP. Artificial intelligence for melanoma diagnosis: how can we deliver on the promise? *Ann Oncol.* 2018;29(8):1625-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. World Economic Forum [Internet]. © 2021 World Economic Forum. [Cited: December 15, 2021]. 7 amazing ways artificial intelligence is used in health-care. Available from: [[Link](#)]
27. Communications of the Acm [Internet]. © 2021 by the ACM. [Cited: December 15, 2021]. This AI Software Can Tell If You're at Risk From Cancer Before Symptoms Appear. Available from: [[Link](#)]
28. McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature.* 2020;577(7788):89-94. Erratum in: *Nature.* 2020;586(7829):E19. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Gastouniotti A, Desai S, Ahluwalia VS, Conant EF, Kontos D. Artificial intelligence in mammographic phenotyping of breast cancer risk: a narrative review. *Breast Cancer Res.* 2022;24(1):14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. International Diabetes Federation [Internet]. © 2021 International Diabetes Federation. [Cited: December 16, 2021]. Diabetes is Spiralling Out of Control. Available from: [[Link](#)]
31. Avista Medical Center [Internet]. [Cited: December 16, 2021]. Welcome To Avista Allergy Immunotherapy Center. Available from: [[Crossref](#)]
32. European Commission [Internet]. [Cited: December 16, 2021]. Artificial Intelligence Set to Redefine Eye Care. Available from: [[Link](#)]
33. Song M, Yang Y, He J, Yang Z, Yu S, Xie Q, et al. Prognostication of chronic disorders of consciousness using brain functional networks and clinical characteristics. *Elife.* 2018;7:e36173. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
34. South China Morning Post [Internet]. © 2021 South China Morning Post Publishers Ltd. [Cited: December 16, 2021]. Doctors Said the Coma Patients Would Never Wake. AI Said They Would- and They Did. Available from: [[Link](#)]
35. Mamdani M, Laupacis A. Laying the digital and analytical foundations for Canada's future health care system. *CMAJ.* 2018;190(1):E1-E2. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
36. Digital Innovation and Transformation [Internet]. [Cited: December 18, 2021]. Beat Cancer with Enlitic: A Winner in Medical Diagnostics. Available from: [[Link](#)]
37. Saposnik G, Cote R, Mamdani M, Raptis S, Thorpe KE, Fang J, et al. JURAS-SiC: accuracy of clinician vs risk score prediction of ischemic stroke outcomes. *Neurology.* 2013;81(5):448-55. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
38. Blasimme A, Vayena E. The ethics of AI in biomedical research, patient care, and public health. In: Dubber MD, Pasquale F, Das S, eds. *The Oxford Handbook of Ethics of AI.* New York: Oxford Academic; 2020. [[Crossref](#)]
39. Vayena E, Blasimme A, Cohen IG. Machine learning in medicine: addressing ethical challenges. *PLoS Med.* 2018;15(11):e1002689. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
40. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature.* 2017;542(7639):115-8. Erratum in: *Nature.* 2017;546(7660):686. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
41. Price WN. Big data and black-box medical algorithms. *Sci Transl Med.* 2018;10(471):eaao5333. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
42. Vayena E, Haeusermann T, Adjekum A, Blasimme A. Digital health: meeting the ethical and policy challenges. *Swiss Med Wkly.* 2018;148:w14571. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
43. Vayena E, Blasimme A. Health research with big data: time for systemic oversight. *J Law Med Ethics.* 2018;46(1):119-29. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
44. National Institute for Health and Care Excellence. Evidence Standards Framework For Digital Health Technologies. [Cited: February 19, 2023]. Available from: [[Link](#)]
45. Wachter S, Mittelstadt B, Floridi L. Why a right to explanation of automated decisionmaking does not exist in the general data protection regulation. *International Data Privacy Law.* 2017;7(2):76-99. [[Crossref](#)]
46. AMA Journal of Ethics. Making Policy on Augmented Intelligence in Health Care. [Cited: February 18, 2023]. Available from: [[Link](#)]
47. Abudureyimu Y, Ogurlu Y. Yapay zeka uygulamalarının kişisel verilerin korunmasına dair doğurabileceği sorunlar ve çözüm önerileri [Problems and solutions about artificial intelligence affecting the protection of personal data]. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.* 2021;20(41):768-82. [[Crossref](#)]
48. Güvercin CH. Tıpta yapay zeka ve etik. Ekmekci PE, editör. *Yapay Zeka ve Tıp Etiği.* 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.7-13.
49. Hacker P. Teaching fairness to artificial intelligence: existing and novel strategies against algorithmic discrimination under EU law. *Common Market Law Review.* 2018;55,1143-86. [[Crossref](#)]
50. European Commission [Internet]. [Cited: December 22, 2021]. Europe fit for the Digital Age: Commission proposes new rules and actions for excellence and trust in Artificial Intelligence. Available from: [[Link](#)]
51. Regulations.gov [Internet]. [Cited: February 18, 2023]. Proposal Regulatory Framework for Modifications to Artificial Intelligence/Machine Learning (AI/ML)-Based Software as a Medical Device (SaMD)-Discussion Paper and Request for Feedback. Available from: [[Link](#)]
52. Yılmaz İ, Sözer C, Elver E. Yapay zeka ile ilgili güncel düzenlemeler: Avrupa birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde alınan aksiyonlar ışığında bir değerlendirme [Current developments on artificial intelligence: an analysis in the light of actions taken in the European Union and the United States]. *Adalet Dergisi.* 2021;1(66):445-69. [[Link](#)]
53. Access to European Union law [Internet]. [Cited: December 22, 2021]. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union legislative acts. Available from: [[Link](#)]