ASHD; 2026:23,(1):1-11
Derleme/Review
Ankara Üniversitesi
E-ISSN:2667-6044

Yapay Zekâ Destekli Sağlık Hizmetleri Sunumu: Fırsatlar, Zorluklar ve Stratejik Yönelimler

Artificial Intelligence-Driven Healthcare Delivery: Opportunities, Challenges, and Strategic Pathways

Gökçe MANAVGAT[1]

1 İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Toros Üniversitesi , Mersin, Türkiye

ÖZET

Bilgi teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte yapay zekâ, sağlık hizmetlerinin sunumunda giderek daha önemli hale gelmiştir. Yapay zekâ, bulaşıcı hastalıkların yönetimi, tanı süreçlerinin iyileştirilmesi, hizmet sunumunun yaygınlaştırılması ve sağlık politikalarının planlanması gibi alanlarda başarıyla uygulanmaktadır. Bu gelişmeler, sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmakla kalmayıp, kaynakların daha verimli kullanılmasını da sağlamaktadır. Yapay zekânın sağlık hizmetlerine entegrasyonu, sağlık sistemlerinin etkinliğini artırmada stratejik bir rol oynamaktadır. Özellikle yapay zekâ tabanlı tıbbi uygulamalar, süreçleri daha hızlı ve doğru hale getirerek yanlış tanılardan kaynaklanan ekonomik kayıpları azaltmakta önemli bir katkı sunmaktadır. Bunun yanı sıra, salgın hastalıkların tahmini ve izlenmesi gibi alanlarda sağladığı öngörüler, sağlık sistemlerinin sınırlı kaynaklarını önleyici tedbirlere yönlendirmesine olanak tanımakta ve maliyet etkin bir yönetim sağlamaktadır. Bu durum, iş gücü yetersizliğinin yaşandığı bölgelerde sağlık çalışanlarının yükünü azaltırken, hizmetlerin hızını ve erişilebilirliğini artırma potansiyeline de sahiptir. Ancak, sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamaları geliştirilirken etik sorumlulukların yerine getirilmesi, veri güvenliğinin sağlanması ve hasta mahremiyetinin korunması kritik bir öneme sahiptir. Yine yapay zekânın yanlılık içermeyen, adil ve şeffaf bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, sağlık hizmetlerinde yapay zekâ teknolojilerine yapılan yatırımlar artırılmalı ve bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanımı için sağlık profesyonellerinin eğitimi sağlanmalıdır. Bununla birlikte, teknoloji ile insan etkileşiminin dengelenmesi de göz önünde bulundurulmalıdır.
Anahtar Kelimeler: Sağlık Hizmetleri, Yapay Zekâ, Sağlık Teknolojileri, Sağlık Bilişimi, Sağlık Ekonomisi.

ABSTRACT

Advancements in information technology have rendered artificial intelligence (AI) an increasingly pivotal element in the provision of healthcare services. AI has been successfully deployed across various domains, including the management of infectious diseases, enhancement of diagnostic accuracy, expansion of service accessibility, and the strategic planning of health policies. These innovations not only elevate the quality of healthcare delivery but also optimize the utilization of resources, contributing to more efficient healthcare systems. The integration of AI into healthcare systems holds a strategic significance in enhancing systemic efficiency. AI-driven medical applications, in particular, have demonstrated considerable potential in accelerating and refining processes, thereby mitigating economic losses associated with diagnostic errors. Furthermore, AI's predictive capabilities in monitoring and forecasting epidemics enable the redirection of scarce healthcare resources toward preventive interventions, fostering a more cost-effective management paradigm.

Sorumlu yazar: Gökçe MANAVGAT
E-mail: gokce.manavgat@toros.edu.tr,Ü ORCID ID: 0000-0003-3729-835X
Geliş /Submission: 19.06.2025 **Kabul /Acceptance:** 31.06.2025 **Yayın/ Publication:** 16.02.2026
Atıf /Cite: Manavgat, G. (2026). Yapay Zekâ Destekli Sağlık Hizmetleri Sunumu: Fırsatlar, Zorluklar ve Stratejik Yönelimler. ASHD, 2026:23,(1):1-11

Copyright© 2026. Published by Ankara University Press on behalf of Ankara University Vocational School of Health Services.
This is an open access article under the Creative Commons AttributionNonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Such dvancements in information technology have rendered artificial intelligence (AI) an increasingly pivotal element in the provision of healthcare services. AI has been successfully deployed across various domains, including the management of infectious diseases, enhancement of diagnostic accuracy, expansion of service accessibility, and the strategic planning of health policies. These innovations not only elevate the quality of healthcare delivery but also optimize the utilization of resources, contributing to more efficient healthcare systems. The integration of AI into healthcare systems holds a strategic significance in enhancing systemic efficiency. AI-driven medical applications, in particular, have demonstrated considerable potential in accelerating and refining processes, thereby mitigating economic losses associated with diagnostic errors. Furthermore, AI's predictive capabilities in monitoring and forecasting epidemics enable the redirection of scarce healthcare resources toward preventive interventions, fostering a more cost-effective management paradigm. Such advancements not only alleviate the workload of healthcare professionals in resource-constrained settings but also have the potential to improve the speed and accessibility of healthcare services. Nevertheless, the application of AI in healthcare must adhere to stringent ethical standards, including the safeguarding of data security and the preservation of patient confidentiality. It is imperative that AI technologies be developed in a manner that is impartial, equitable, and transparent. To this end, increasing investments in AI-driven healthcare innovations and providing comprehensive training for healthcare professionals are essential to ensure their effective implementation. Additionally, a critical balance must be maintained between technological innovation and human interaction to preserve the essence of patient-centered care.

Keywords: Healthcare Services, Artificial Intelligence, Health Technologies, Health Informatics, Health Economics.

1. Giriş

Dünya genelinde yaklaşık dört milyar insan, temel sağlık hizmetlerine erişimde ciddi zorluklar yaşamaktadır. Sağlık sektöründe nitelikli iş gücü açığı giderek büyümekte ve 2035 yılına gelindiğinde bu açığın 12,9 milyonu aşacağı öngörülmektedir. Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde bu durum, sağlık sistemlerini daha da zorlayarak bireylerin sağlık hizmetlerine erişimini kısıtlamaktadır. Bu sorunlar, yeni ve yenilikçi çözümlere olan ihtiyacı artırmaktadır. Yapay zeka, bu bağlamda sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmayı, bireylerin sağlık çıktılarını iyileştirmeyi ve aynı zamanda maliyet etkin sağlık hizmetleri sunmayı hedefleyen önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır [1].

Son yıllarda sağlık alanındaki teknolojik gelişmeler, tedavi süreçlerinin hızlanmasına ve etkinliğinin artmasına katkı sağlamaktadır Büyük veri analitik yöntemlerindeki hızlı ilerlemeler ve sağlık verilerinin daha geniş bir ölçekte erişilebilir hale gelmesi, yapay zeka uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Yapay zeka, insan düşünme yeteneğinin makinelere entegre edilmesiyle karmaşık iş süreçlerini bilgisayar destekli sistemler aracılığıyla çözme potansiyeline sahiptir. Sağlık yönetimi ve klinik süreçlerde bu teknolojilerin kullanımı, işlemleri hızlandırma, verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme açısından kritik bir rol oynamaktadır [2].

Yapay zeka, sağlık sektöründe giderek yaygınlaşan ve değeri hızla artan bir teknoloji olarak dikkat çekmektedir. Globe Newswire (2021)'ın raporuna göre [3] , tıbbi yapay zeka pazarının Covid-19 sonrası tahminine göre 2027 yılında 61,59 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, sağlık hizmetlerine yönelik artan talebin yapay zeka teknolojilerine olan ilgiyi ve yatırımları artırmaktadır. Sağlık sektöründe bu teknolojiler yalnızca verimlilik artışı ve kaynak etkinliği sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda daha geniş kitlelere uygun maliyetli sağlık hizmetleri sunma potansiyeline sahip olmaktadır.

Yapay zekanın sağlık hizmetlerinin sunumu üzerindeki etkileri, sağlık ekonomisinde kaynakların etkin kullanımı ve maliyetlerin optimize edilmesi açısından değerlendirildiğinde, sağlık yöneticilerinin yapay zeka tabanlı sağlık hizmet sunucularına olan ilgisinin artacağı öngörülmektedir. Önümüzdeki yıllarda, yapay zeka uygulamalarının sağlık hizmetlerinde daha merkezi bir rol üstlenmesi ve bu teknolojilerin sağlık sistemlerine entegrasyonunun daha geniş ölçekte yaygınlaşması beklenmektedir. Bu gelişmeler, yalnızca halk sağlığının iyileştirilmesi açısından değil, aynı zamanda etkili ve sürdürülebilir sağlık politikalarının hayata geçirilmesi için de kritik bir öneme sahip olacaktır.

Bu bölümde, yapay zeka teknolojilerinin sağlık hizmetlerindeki rolünün ve bu teknolojilerin sektöre sağladığı katkıların ele alınması amaçlanmıştır. Girişi takip eden birinci bölümde, sağlık hizmetlerinin kendine özgü dinamikleri ve yapay zekanın bu alana entegrasyon sürecindeki önemi ele alınacaktır. İkinci bölümde ise yapay zeka çözümlerinin sağlık sektöründe giderek artan stratejik değerine ve bu teknolojilerin neden vazgeçilmez bir unsur haline geldiğine odaklanılacaktır. Üçüncü bölümde, sağlık sektöründe

kullanılan yapay zeka tabanlı uygulamalar hakkında bilgiler sunulacaktır. Dördüncü bölümde ise yapay zeka teknolojileri; sağlık ekonomisi üzerindeki yansımaları, maliyet etkinliği, kaynakların verimli kullanımı ve erişim bağlamında değerlendirilecektir. Sonuç bölümde ise genel bir değerlendirme yapılacak ve politika önerileri sunulacaktır.

2. Sağlık Hizmetleri Özellikleri ve Yapay Zeka

Sağlık hizmetleri, diğer piyasalardan farklılaşan özgün özelliklere sahiptir ve bu özellikler piyasa aksaklıklarına neden olarak devlet müdahalesini zorunlu kılmaktadır. Kamusallık, dışsallıklar, bilgi asimetrisi, belirsiz talep ve piyasa başarısızlıkları, sağlık hizmetlerini diğer mal ve hizmetlerden ayıran temel faktörlerdir. Bununla birlikte, sağlık teknolojisindeki ilerlemeler, bu karmaşık özelliklere rağmen, sağlık hizmetleri piyasasının daha kolay ve etkili bir şekilde ele alınmasına olanak tanımaktadır.

Küresel Kamu Malı:

Sağlık hizmetleri, genellikle yarı kamusal mal olarak tanımlanır. Aşılar ve halk sağlığı programları gibi bazı hizmetler, tam kamusal nitelik taşırken, bireysel tedavi hizmetleri özel özellikler sergilemektedir [4]. Yapay zeka teknolojileri, sağlık hizmetlerinin küresel kamu malı boyutunu güçlendirmede kritik bir role sahiptir. Çünkü küresel salgın hastalıkların izlenmesinde ve yayılmasının önlenmesinde yapay zeka tabanlı tahmin modelleri kullanılmaktadır. Benzer şekilde halk sağlığı hizmetlerinde, yapay zekanın analiz yetenekleri sayesinde aşılama programlarının daha etkin şekilde planlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu açıdan, yapay zekanın kamu malı niteliğindeki sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırabileceği, toplum sağlığının iyileştirilmesi açısından yeni fırsatlar sağlayabileceği değerlendirilebilir [5].

Pozitif Dışsallık:

Sağlık hizmetlerinin topluma sağladığı faydalar, bireylerin kişisel yararını aşarak toplumsal düzeyde önemli etkiler yaratmaktadır. Örneğin, aşı uygulamaları bireyleri hastalıklardan korumanın ötesinde, toplum genelinde hastalıkların yayılmasını engelleyerek pozitif dışsallıklar oluşturmaktadır [6]. Bu tür dışsallıkların artırılmasında, sağlık alanındaki yapay zeka uygulamalarının rolü giderek daha kritik hale gelmektedir. Bulaşıcı hastalıkların yayılma modellerini tahmin eden yapay zeka sistemleri, erken müdahale fırsatları sunarak salgınların kontrol altına alınmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, yapay zeka uygulamaları, negatif dışsallıkların, örneğin çevre kirliliği veya sigara tüketimi gibi sorunların azaltılmasına yönelik kamu politikalarının geliştirilmesinde büyük veri analizi imkânı sağlayarak önemli bir katkı sunabilir.

Bilgi Asimetrisi:

Sağlık hizmetleri piyasasında, hasta ve hizmet sağlayıcılar (doktorlar, hemşire, diğer hizmet sunucuları vb.) arasında bilgi asimetrisi sıklıkla görülmektedir. Hasta ve doktor arasında bilgi asimetrisi, hizmet kalitesinin değerlendirilmesini ve doğru kararların alınmasını zorlaştırır. Ancak yapay zeka temelli hizmet uygulamaları, hasta kayıtlarının analizinden tanı süreçlerine kadar bilgiye dayalı karar mekanizmalarını iyileştirerek bu asimetrinin ortadan kaldırılmasına destek vermektedir [7]. Örneğin, teletıp uygulamalarında kullanılan yapay zeka, hastalarla doktorlar arasında iletişimi güçlendirerek bilgi asimetrisinin azaltılmasına katkı sunmaktadır. Bu uygulamalar, hastalara daha iyi bilgilendirme sağlayarak ve kişiselleştirilmiş sağlık önerileri sunarak, bireylerin sağlık kararlarını daha bilinçli bir şekilde almasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, sağlık uzmanlarına teşhis ve tedavi süreçlerinde destek olarak bilgi akışını optimize etmekte ve hata riskini azaltılmasına katkı sunmaktadır.

Belirsiz ve Düzensiz Talep:

Bireylerin sağlık hizmetlerine olan talebi genellikle düzensiz, öngörülemez ve ani bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, sağlık hizmetlerinin talep dinamiklerini karmaşıklaştırarak bireylerin ve kurumların, gelir seviyelerinden bağımsız olarak, beklenmedik sağlık maliyetlerini karşılayabilmek için ek kaynak ayırmasını zorunlu kılmaktadır. Salgın hastalıklar, doğal afetler veya beklenmeyen krizler gibi öngörülmesi güç durumlar, sağlık hizmetlerine yönelik talebin hızla artmasına yol açmakta ve sağlık sistemleri üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır [8] . Ancak yapay zeka teknolojileri, bu belirsizliklerin yönetiminde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yapay zekaya dayalı talep tahmin modelleri, geçmiş verilerden yararlanarak sağlık sistemlerini olası krizlere karşı hazırlıklı hale getirmekte ve kaynakların etkin yönetimine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, yapay zeka destekli sağlık sigortası sistemleri, talep şoklarının ve maliyetlerin öngörülmesine katkıda bulunarak daha adil ve sürdürülebilir bir finansal yapı sunmaktadır. Sağlık sektöründe yapay zeka, kriz yönetiminden kaynak optimizasyonuna kadar geniş bir yelpazede uygulanabilirliği ile sağlık sistemlerini daha dirençli ve sürdürülebilir hale getiren kritik bir teknolojidir.

Aksak Piyasa:

Sağlık hizmetleri piyasası, yüksek maliyetler, bilgi asimetrisi ve doğal tekel yapısı gibi yapısal zorluklar nedeniyle özel sektörün tek başına etkin bir hizmet sunmasını güçleştirmektedir. Bilgi yoğun ve karmaşık olan tedavi süreçleri, hastaların sağlık hizmeti alma davranışını doğrudan etkileyerek hekimlerin kararlarına bağımlı hale getirmektedir. Hekimler, hastaların sağlık gereksinimlerini belirleyerek hangi hizmetlerin ne miktarda ve ne kalitede alınacağını şekillendiren bir danışman rolü üstlenmektedir. Bu durum, arzın talebi yönlendirdiği bir etki yaratırken, hekimlerin hastaları yanlış yönlendirme riski veya sağlık hizmeti sağlayıcılarının tekelci davranışlarda bulunma olasılığını artırmaktadır [9]- [10].

Piyasadaki bu aksaklıklar, devlet müdahalesini kaçınılmaz kılmakta ve sağlık hizmetlerinde eşitsizlikleri gidermek için kamu politikalarının önemini artırmaktadır. Devlet müdahalesi, piyasa başarısızlıklarını gidermede ve sağlık hizmetlerine erişimi daha adil bir hale getirmede rasyonel bir araç olarak değerlendirilmektedir [11] . Bu bağlamda, yapay zeka teknolojileri hem devletin hem de sağlık hizmeti sağlayıcılarının etkinliklerini artırmalarına yönelik stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Yapay zeka, kaynak tahsisini optimize ederek maliyetlerin düşürülmesine, operasyonel süreçlerin daha verimli hale getirilmesine ve sağlık sistemlerinin dayanıklılığının artırılmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, talep tahmini, karar destek sistemleri ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi alanlarda kullanılarak sağlık hizmetlerinin ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında destek sunma potansiyeline sahiptir.

Eşitlik ve Hakkaniyetin Korunması:

Sağlık hizmetlerinde eşitlik, "benzer ihtiyaçlara sahip bireylerin mevcut sağlık hizmetlerine eşit erişimi, bu ihtiyaçlara uygun şekilde eşit hizmet kullanımı ve tüm bireyler için eşit kalitede sağlık hizmeti sunulması" şeklinde tanımlanabilir. Benzer ihtiyaçlara sahip bireylerin mevcut sağlık hizmetlerine eşit erişimi, herkesin mevcut hizmetlerden yararlanma konusunda eşit haklara sahip olması anlamına gelir. Bu kapsamda, sağlık hizmetlerine yönelik ihtiyaçların ülke genelinde adil bir şekilde karşılanması, her bölgedeki bireylerin hizmetlere kolaylıkla ulaşabilmesi ve erişimi engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir [12].

Sağlıkta hakkaniyet, herkesin ihtiyaçlarına uygun sağlık hizmetlerine erişimini ifade etmektedir. Sağlık hizmetleri alanındaki yapay zeka teknolojileri, sağlık hizmetlerine erişimi artırarak coğrafi, ekonomik veya sosyo-demografik faktörlerden kaynaklanan eşitsizliklerin azaltılmasına imkan sağlayabilir. Örneğin tele-tıp, kişisel asistanlar ve uzaktan teşhis uygulamaları, bireylerin sağlık hizmetlerine kolayca ulaşmasına olanak tanır. Yapay zeka destekli çeviri araçları, dil bariyerlerini ortadan kaldırarak azınlık gruplarının sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırabilir. Standartlaşmış teşhis ve tedavi süreçleri, veriye dayalı analizler ve hekim desteğiyle hizmet kalitesinde eşitliğin sağlanmasına katkı sunabilmektedir [13]. Ancak, tüm bu süreçlerde etik kaygılar ve teknolojinin herkesçe ulaşılabilirliği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sağlık hizmetlerinin kendine özgü özellikleri, piyasa başarısızlıklarına ve eşitsizliklere neden olabilir. Ancak yapay zeka teknolojileri, bu sorunlara yenilikçi çözümler sunarak sağlık sistemlerini daha etkin ve adil hale getirme potansiyeline sahiptir. Sağlık hizmetlerinin planlanması, sunulması ve değerlendirilmesinde yapay zekanın kullanımı hem bireysel hem de toplumsal faydayı artırmak için bir fırsat sunabilir.

3. Sağlık Hizmetleri Kullanımında Yapay Zeka

Tıpta yapay zeka kullanımı, modern çağda yapay zekanın gelişimiyle paralel bir sürece sahiptir. Sağlık alanında yapay zeka uygulamaları, 1950'lerden itibaren hekimlerin tanı süreçlerini iyileştirmek amacıyla bilgisayar destekli programları kullanmaya başlamasıyla hayat bulmuştur. Yapay zekanın cerrahi alanda uygulanması ise ilk kez 1976 yılında Gunn tarafından, akut karın ağrısının bilgisayar analizi ile teşhis edilme olasılığını araştırdığı çalışmasında başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir [14] .

Yapay zeka, tıptaki uygulamaları 1970'lerin sonlarında CASNET adlı danışmanlık programıyla yeni bir boyut kazanmış ve hekimlere hastalık yönetimi konusunda rehberlik etmiştir. MYCIN, EMYCIN ve INTERNIST-1 gibi sistemler, bakteriyel patojen teşhisi ve tedavisinde ilerleme sağlamıştır. 1986'da tanıtılan DXplain, semptomları analiz ederek teşhis ve hastalık açıklamaları sunmuş, başlangıçta 500 hastalıkla çalışırken günümüzde 2400'den fazla hastalığı kapsayacak şekilde genişlemiştir. 2000'lerde Watson, elektronik tıbbi kayıtlarla kanıta dayalı çözümler sunmuş ve araştırmalar için yeni alanlar genişletilmiştir. Bu gelişmeler, yapay zekanın sağlık hizmetlerini dönüştürmesini hızlandırmıştır [15].

Sağlık hizmetleri uygulamalarındaki yapay zeka, dijital sağlık kavramının bir bileşeni olarak değerlendirilebilir. Yapay zeka destekli dijital sağlık, sağlığı iyileştirmek amacıyla dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanımını kapsayan bilgi ve uygulama-

ların bütününü ifade etmektedir. 1900'lü yıllarda geliştirilen ve klinik alanında kullanılan karar destek sistemleri, günümüzde yerini uzman tıbbi bilgiye (uzman sistemler) ve güçlü karar mekanizmalarına dayalı makine öğrenimi yöntemlerine bırakmıştır. Geleneksel programlama dillerinin algoritmalar ve veri yapıları üzerine kurulu çalışma prensiplerinin aksine, yapay zeka dilleri tanımlayıcı ve sembolik kurallardan, ilişkilerden oluşan bir bilgi tabanı ve çıkarım mekanizması ile işlemektedir. Yapay zeka makine öğrenimi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi çeşitli teknikleri içermektedir. Büyük Dil Modelleri (LLM), derin öğrenme tekniklerini ve son derece büyük veri setlerini kullanarak metin tabanlı içerikleri anlayan, özetleyen, oluşturan ve yeni içerikler tahmin eden algoritmalarla çalışmaktadır. Bu açıdan yapay zeka hem yapılandırılmış hem de yapılandırılmamış verileri analiz edebilmek için veri madenciliği ve örüntü tanıma gibi yöntemleri kullanarak daha kapsamlı ve etkili analizler yapabilmektedir [16] [17]. Sağlık hizmetlerinde yapay zeka çeşitli algoritmalardan yararlanarak hasta tanı süreçlerini iyileştirmek, kişiselleştirilmiş tedavi planları oluşturmak, sağlık hizmeti sunumundaki operasyonel verimliliği artırmak ve erken hastalık teşhisi sağlamak için geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Sağlık hizmetleri ve tıbbi uygulamalardaki doğrudan etkilerinin yanı sıra yapay zeka algoritmaları, nüfus demografisi, hastalık yaygınlığı ve bunların coğrafi dağılımı gibi faktörleri sürekli olarak analiz ederek sağlık sistemlerine değerli bilgiler sunmaktadır. Bu algoritmalar, belirli durumlar için daha yüksek risk taşıyan bireyleri veya grupları tespit etme, bu risklerin önlenmesine yönelik stratejiler geliştirme ve tedavi süreçlerini optimize etme gibi kritik katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, yapay zeka ile desteklenen bu süreçler, kaynakların daha verimli kullanılmasını, sağlık hizmetlerinde eşitsizliklerin azaltılmasını ve epidemiyolojik verilerin dinamik bir şekilde takip edilmesini mümkün kılarak halk sağlığı yönetiminde önemli bir dönüşüm yaratmaktadır [7] [18] .

Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ kullanımı giderek yaygınlaşsa da çeşitli eleştiriler gündeme gelmektedir. Öncelikle hekimlerin, yapay zekâ sistemlerinin sunduğu tahmin ve önerilerin nasıl üretildiğini tam olarak anlayamaması klinik karar süreçlerinde belirsizliğe yol açabilmektedir [40]. Ayrıca, bu sistemlerin eğitildiği veri setlerindeki yapısal önyargılar (bias), özellikle dezavantajlı gruplarda adaletsiz sonuçlara neden olarak sağlık eşitsizliklerini artırabilmektedir [41]. Hekimlerin yapay zekâya aşırı güvenmesi ve ona bağımlı hâle gelmesi ise klinik düşünme ve değerlendirme becerilerinin zayıflamasına yol açabileceği için önemli bir risk olarak tartışılmaktadır [42]. Bunun yanında sağlık verilerinin güvenliği, gizliliği ve yapay zekâ algoritmalarının karar süreçlerindeki şeffaflık konularında mevcut düzenlemelerin henüz yeterince gelişmediği belirtilmektedir [43]. Tüm bu nedenlerle yapay zekâ uygulamalarında etik, adalet ve açıklanabilirlik ilkelerinin güçlendirilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır.

4. Yapay Zeka Destekli Sağlık Teknolojileri

Tıbbi hizmetlere erişim, dijital teknolojiler alanındaki ilerlemeler sayesinde daha kolay ve etkili hale gelmiştir. Sağlık bilişimi, tele-tıp uygulamaları sensör teknolojileri, mobil cihazlar ve mobil uygulamalardaki gelişmeler, bu dönüşümün temel taşlarını oluşturmuştur. Günümüzde sağlık teknolojilerindeki bu dijital dönüşümün en çarpıcı örneklerinden biri, tıbbi tanı süreçlerinin hızlanması, daha doğru tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi ve hasta bakım kalitesinin artırılmasında yapay zeka uygulamalarının rolüdür [19]. Bu uygulamalar, büyük veri analizine dayalı tahminsel modeller, klinik karar destek sistemleri ve doğal dil işleme gibi yöntemlerle, yalnızca bireysel hasta bakımını değil, aynı zamanda toplumsal sağlık yönetimini de dönüştürmektedir. Yapay zeka uygulamalarına yönelik tanı ve teknolojiler ise farklı boyutlarda ele alınabilmektedir.

4.1 Tıbbi Görüntüleme ve Tanı Teknolojileri

Yapay zekanın sağlık sektöründeki en dikkate değer uygulamalarından biri, tıbbi görüntüleme ve teşhis süreçlerindeki kullanımıdır. Yapay zeka algoritmaları, Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans (MR), röntgen ve mikroskopi görüntüleri gibi tıbbi görselleri analiz etmek üzere büyük hacimli veri setleriyle eğitilmektedir. Bu algoritmalar, tümörler, enfeksiyonlar ve kırıklar gibi patolojik anormalliklerin yüksek doğrulukla tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle derin öğrenme tabanlı modeller, günümüzde MR, BT ve röntgen görüntülerinde kanser, tümör ve damar tıkanıklıkları gibi çeşitli hastalıkların tespiti için daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler, tanı süreçlerinin hızını ve doğruluğunu artırarak hasta bakımında önemli iyileşmeler sağlamaktadır.

Örneğin, son yıllarda BT görüntüleri kullanılarak yapılan akciğer kanseri taramalarının sayısı artmakla beraber Bilgisayar Destekli Tomografi (BDT) sistemleri kritik bir rol üstlenmiştir. Çoğu BDT sistemi, görüntülerden özniteliklerin çıkarılmasına dayalı olarak tasarlanmıştır. Ancak, geleneksel BDT sistem-

lerinin büyük bir kısmı manuel olarak tasarlandığı için çıkarılan öznitelikler her zaman ideal ya da yeterli olmayabilir. Bu durum, BDT sistemlerinin beklenen performans düzeyine ulaşmasını engellemiş ve daha gelişmiş, otomatik öğrenme temelli yaklaşımların gerekliliğini ortaya koymuştur. BT gibi görüntüleme yöntemlerinde derin öğrenme tabanlı yaklaşımlarının, akciğer kanseri teşhisi ve evresi hakkında önemli doğrulamalara imkân tanıdığı belirtilmektedir [20]. Bu noktada, derin öğrenmenin sunduğu otomatik özellik çıkarımı ve model eğitimi yetenekleri, hastalık teşhisinde geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek başarı oranlarının elde edilmesine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Pek çok yapay zeka şirketi sağlık alanında uygulamalarını yaygınlaştırmakta ve özellikle teşhis ve tanı koymada kolaylık sağlamaktadır. Aidoc uygulaması, sağlık teknolojileri alanında yapay zeka destekli çözümleriyle önemli katkılar sağlamıştır. Radyolojik görüntüleme sonuçlarını hızlı ve etkili bir şekilde analiz eden Aidoc, acil müdahale gerektiren durumları önceliklendirmektedir. Bu sayede özellikle yoğun iş yükü altındaki sağlık profesyonellerinin tanı ve tedavi süreçlerini hızlandırmalarına olanak tanımaktadır. Yine Google'ın DeepMind yapay zeka temelli uygulaması, diyabetik retinopati ve bazı kanser türlerini görüntü analizi yoluyla teşhis etmede öncül sonuçlar sunduğu gösterilmektir [21] .

Bu tür gelişmeler, tanıların doğruluğunu artırmanın ötesinde, sağlık çalışanlarının iş yükünü hafifleterek idari görevlerden ziyade hasta bakımına odaklanmalarına olanak sağlayacak bir potansiyel taşımaktadır.

4.2. Kişiselleştirilmiş Tedavi Teknolojileri

Yapay zeka destekli teknolojiler, tıp alanında hastaların genetik özellikleri, tıbbi geçmişi ve yaşam tarzı gibi bireysel veriler temelinde kişiselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

IBM şirketinin Watson for Oncology (WFO) uygulaması, kişiselleştirilmiş tıp alanında yenilikçi bir yapay zeka tabanlı klinik karar destek sistemi olarak dikkat çekmektedir. WFO, hastaların genetik profili, yaşı ve hastalık evresi gibi bireysel özelliklerini dikkate alarak özelleştirilmiş tedavi önerileri sunmaktadır. Meme kanseri tedavisinde multidisipliner tümör kurulları ile %93 oranında uyum göstermesi, kılavuzlara ve bilimsel kanıtlara entegrasyon yeteneği tanımaktadır. Özellikle uzman kaynaklarının sınırlı olduğu merkezlerde, WFO'nun doğru ve etkili tedavi kararlarını desteklemesi, sağlık hizmetlerine erişimi artırırken hasta bakımında anlamlı iyileşmelere katkıda bulunmaktadır [22] [15].

Tempus, yapay zekâ ve büyük veri analitiği kullanarak kanser tedavisi sunmakta ve kanser hastalarının tedavi seçeneklerini optimize etmek amacıyla genetik ve klinik verileri derinlemesine analiz etmektedir. Yapay zeka tabanlı algoritmalar aracılığıyla, hastaların genetik profillerini ve hastalığa özgü özelliklerini değerlendirerek en uygun tedavi seçenekleri belirlenmektedir. Bu yöntem, tedavi süreçlerinin daha kişiselleştirilmiş ve kanıta dayalı bir şekilde planlanmasına olanak tanırken, hastaların daha bilinçli kararlar almasını ve daha olumlu klinik sonuçlar elde etmesini desteklemektedir [23].

4.3. Cerrahi Robot Teknolojileri

Yapay zeka ile donatılmış robotlar, cerrahi operasyonlarda hem hassasiyeti artırmakta hem de cerrahlara daha karmaşık işlemleri gerçekleştirme konusunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, cerrahi robotlar, cerrahların daha küçük ve hassas kesilerle karmaşık ameliyatları başarıyla gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Robotik kolları ve yüksek çözünürlüklü 3D görüntüleme sistemi sayesinde, cerrahlar minimal invaziv tekniklerle operasyon yapabilir, böylece hastaların iyileşme süresi kısalmakta, enfeksiyon riski azaltmakta ve ameliyat sonrası ağrıları minimum seviyeye indirgemeye yardımcı olmaktadır [24] [25].

Da Vinci robotik cerrahi sistemleri gibi yapay zeka destekli robotlar, cerrahlara artırılmış hassasiyet, üstün manevra kabiliyeti ve uyumlu cerrahi aletlerin entegrasyonunu sağlayarak, daha az girişim gerektiren prosedürlerin çeşitliliğini önemli ölçüde genişletmektedir. Bunun yanı sıra cerrahi robotikteki yeni nesil gelişmeler, erişimi zor ve izole bölgelerde prosedürlerin gerçekleştirilmesine olanak tanıyabilir. Özellikle uzaktan kumanda ile çalıştırılabilen cerrahi platformlar, cerrahın, hasta ile büyük coğrafi mesafelerde ayrılabileceği şekilde tasarlanmaktadır. Bu tür yenilikler, yalnızca yetersiz hizmet alan bölgelere cerrahi bakım erişimini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda farklı alanlardaki teknolojilerin gelişmesinde imkan tanımaktadır [26].

4.4. Dijital Asistanlar ve Hasta Takibi

Yapay zeka, hasta takibi ve destek hizmetlerinde de önemli bir rol üstlenmektedir. Ada Health ve Buoy Health gibi yapay zeka tabanlı sağlık asistanları, hastaların semptomlarını detaylı bir şekilde değerlendirerek olası hastalıklar hakkında bilgilendirme yapmaktadır. Ayrıca, hastaları sağlık ihtiyaçlarına en uygun uzman doktora yönlendirerek erken teşhis ve

tedavi süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu tür uygulamalar, sağlık hizmetlerini daha erişilebilir, uygun maliyetli ve etkili hale getirmek amacıyla yapay zeka teknolojilerinin kullanımını teşvik etmektedir [27].

4.5. Epidemiyoloji ve Hastalık Tahmini Teknolojileri

Yapay zeka, bulaşıcı hastalıkların yayılmasını tahmin etmek ve önleyici tedbirler geliştirmek için giderek daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojinin güçlü veri analizi ve modelleme yetenekleri, salgınların erken tespit edilmesi, yayılma modellerinin öngörülmesi ve halk sağlığı stratejilerinin daha verimli bir şekilde planlanmasında önemli bir rol üstlenmektedir.

Örneğin COVID-19 pandemisi sırasında geliştirilen BlueDot, yapay zeka algoritmaları kullanarak haber kaynakları, uçuş verileri ve epidemiyolojik bilgileri bir araya getirmiş ve salgının küresel bir tehdit haline gelebileceğini erken bir aşamada öngörmüştür. Bu sistem, yalnızca mevcut salgınların izlenmesiyle sınırlı kalmayıp, gelecekteki potansiyel salgınların önlenmesi için bir araç olarak kullanılabileceği vurgulanmaktadır [28]. Bu tür yapay zeka destekli erken uyarı sistemleri, hükümetlerin ve sağlık kuruluşlarının salgınlara daha hızlı ve etkin bir şekilde müdahale etmelerini mümkün kılarak halk sağlığına yönelik önlemleri güçlendirmektedir.

Akıllı saatler ve giyilebilir cihazlar gibi teknolojilerde, kullanıcıların sağlık verilerini toplayarak grip ve diğer mevsimsel hastalıkların yoğunluğunu analiz edebilmektedir. Böylece, yapay zeka algoritmaları sayesinde bu cihazlardan elde edilen veriler, bölgesel hastalık trendlerini izleyebilir ve halk sağlığı yetkililerine uyarılar gönderilmesini sağlamada kullanılabilmektedir.

5. Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekanın Ekonomik Etkileri

Yapay zeka, sağlık hizmetlerinde yalnızca tanı ve tedavi süreçlerini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda önemli ekonomik faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Yapay zekanın ekonomik etkileri, maliyetlerin azaltılmasından kaynakların daha verimli kullanılmasına kadar geniş etki alanına sahiptir. Ancak, sağlık sektöründe yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi, araştırma ve geliştirme (Ar &Ge) odaklı yüksek başlangıç maliyetleri de göz önünde bulundurularak değerlendirildiğinde daha anlamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu bağlamda, sağlık hizmetleri sektöründeki ekonomik dönüşüm, hem hizmet sağlayıcılar açısından ekonomik maliyetlerin azaltılması hem de hastalar için daha erişilebilir ve sürdürülebilir bir sistem oluşturulması hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Söz konusu dönüşüm, aynı zamanda bu hedefler arasındaki fırsat maliyetlerinin de göz önüne alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.1. Maliyetlere Etkisi

Yapay zeka teknolojilerinin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, yüksek düzeyde Ar&Ge yatırımları gerektiren karmaşık bir süreçtir. Algoritmaların tasarlanması, büyük veri setlerinin toplanması, işlenmesi ve modellerin eğitilmesi hem zaman hem de mali kaynaklar açısından önemli bir yük oluşturabilir. Bu süreç, yüksek performanslı bilgisayarlar, bulut bilişim altyapıları ve büyük veri depolama çözümleri gibi ileri teknolojilere yönelik kapsamlı yatırımları gerektirmektedir.

Ayrıca, yapay zekanın etkili bir şekilde kullanımı, sağlık çalışanlarının bu teknolojilere hakimiyetini zorunlu kılmaktadır. Bu durum, ek eğitim maliyetleri ile teknik bilgiye sahip uzman ekiplerin istihdam edilmesi gerekliliğini doğurabilir. Bunun yanı sıra, yapay zeka uygulamaları sağlık sektöründe sıkı düzenleyici denetimlere tabidir. Yeni teknolojilerin yasal onay süreçlerinden geçmesi, hasta gizliliği ile ilgili düzenlemelere uyum sağlanması gibi gereklilikler, sağlık kuruluşları için ek maliyetler yaratabilmektedir.

Yapay zeka, sağlık hizmetlerine entegrasyonu hem teknolojik altyapı hem de insan kaynağı açısından önemli yatırımlar gerektirse de, uzun vadede sağlık sektöründe verimlilik artışı ve maliyet kontrolü sağlama potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, sağlık ekonomisi politikalarında stratejik bir araç olarak değerlendirilmektedir [29] .

Sağlık hizmetlerinde yapay zekanın maliyetleri düşürerek sektöre önemli katkılar sağladığını ortaya koyan çalışmalar giderek artmaktadır. Pfizer, Bayer ve Roche gibi önde gelen şirketler, yapay zekanın büyük veri analizleriyle daha hızlı ve etkili kararlar alınmasına olanak tanıdığını, ayrıca immüno-onkoloji ve kardiyovasküler hastalıklar gibi alanlarda yeni terapilerin geliştirilmesine yardımcı olabileceğini vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra, yapay zeka hangi ilaçların geliştirilmemesi gerektiğini tespit ederek yanlış karar alma riskini azaltmakta ve bu sayede Ar &Ge maliyetlerini önemli ölçüde düşürmektedir [30].

Yapay zekanın önümüzdeki dönemde, ülkelerin de sağlık maliyetleri üzerinde olumlu etkiler yaratması beklenmektedir. Küresel sağlık sektöründe henüz gerçekleşmiş yapay zeka teknolojilerinin 1 trilyon dolarlık bir iyileştirme potansiyeline sahip olduğu öngörülmektedir [31]. Accenture (2017) [39] raporuna göre Amerikan ekonomisinde, yapay zeka

destekli kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarının ve tedavi yöntemlerinin ABD sağlık sistemine 2026'da yılda 150 milyar dolar kazandırabileceği tahmin edilmektedir. Bu tasarruflar arasında, robot destekli ortopedik cerrahinin 40 milyar dolar ve sanal hemşirelik asistanlarının ise 20 milyar dolar katkı sunması beklenmektedir.

5.2. Kaynak Verimliliğine Etkisi

Yapay zekanın, sağlık sektöründeki kaynakların daha verimli kullanılmasını sağladığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Yapay zeka tabanlı sağlık hizmeti uygulamalarının, hekim ve hemşirelerin iş yükünü önemli ölçüde hafifletebileceği öngörülmektedir. Özellikle iş yükünün yaklaşık %25'ini oluşturan düzenleyici gereklilikler ve tekrarlayan evrak işleri gibi zaman alıcı görevlerin yapay zeka tarafından üstlenilmesi, hemşirelerin ve doktorların hasta bakımına daha fazla zaman ayırmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede, sağlık çalışanlarının verimliliği artarken, hasta memnuniyeti ve bakım kalitesinin de yükselmesi beklenmektedir [32].

Son dönemde araştırmalar, yapay zekanın farmasötik teknoloji ve ilaç taşıma tasarımında zaman ve maliyetleri azaltmada faydalı olduğunu da ortaya koymaktadır. Özellikle, makine öğrenimi (ilaç emilimi, dağılımı, metabolizması ve atılımını tahmin etmek için) ve derin öğrenme (ilaç emilimi, biyoyararlanımı, klirens , dağılım hacmi ve yarı ömür gibi çeşitli farmakokinetik parametreleri tahmin etmek için) algoritmaları, potansiyel ilaç adaylarının farmakokinetiğini ve toksisitesini tahmin edebilmesinde önemli başarılar göstermektedir. Bu, ilaç endüstrisinin gelişmesinde, hayvan testi ihtiyacını ve satın alımını önemli ölçüde azaltmasına ve zaman tasarrufu sağlayasına katkı sunmaktadır (Vora vd., 2023) [33].

Yapay zeka destekli algoritmalar, ilaç ve tıbbi malzeme stoklarının etkin şekilde yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Yapay zekanın tedarik zinciri yönetimini optimize ederek tıbbi malzeme ve ilaç talebini tahmin ettiğini, stok tükenmeleri ve fazla stok durumlarına bağlı maliyetleri en aza indirerek zamanında erişim sağladığını göstermektedir. Chatbotlar ve sanal sağlık asistanları gibi yapay zeka tabanlı araçlar, kişiselleştirilmiş iletişim ve destek sunarak hasta katılımını artırmakta, daha iyi sağlık sonuçları ve sağlık hizmeti kaynaklarının daha verimli kullanımını sağlamaktadır [29] .

Sağlık sektöründe idari süreçlerin yükü, sıklıkla verimsizliklere ve artan maliyetlere neden olabilmektedir. Bu açıdan, sağlık hizmetleri yönetiminde, randevu planlama, hasta kayıtlarının düzenlenmesi ve fatura işlemleri gibi idari görevlerin otomasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu noktada, doğal dil işleme teknolojileri, doktor notları gibi yapılandırılmamış verileri analiz ederek anlamlı bilgiler elde edebilir ve bu bilgileri iş akışlarını optimize etmek için kullanabilir. Bu sayede, zaman ve insan kaynağı kullanımında önemli ölçüde iyileşme sağlanabilir.

5.3. Erişime Etkisi

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), teknoloji destekli yeniliklerin sağlık alanında hükümetlerin sağlık hizmeti sunumundaki etkisini artırdığını ve daha önce erişilemeyen veya karşılanamayan hizmetler ile verilere daha fazla insanın erişimini mümkün kıldığını vurgulamaktadır [34]. Bu bağlamda, yapay zeka teknolojileri, sağlık sektöründe erişim ve hakkaniyet açısından da önem taşımaktadır. Yapay zekanın sağlık hizmetleri sunumundaki etkin rolü, özellikle kaynakların sınırlı olduğu bölgelerde, sağlık sisteminin daha kapsayıcı ve adil bir şekilde yeniden yapılandırılmasına olanak sağlama potansiyeline sahiptir.

Tele-tıp hizmetleri, özellikle uzak bölgelerde yaşayan hastaların uzman hekimlere erişimini kolaylaştırarak hem sağlık hizmetlerine erişimi artırmakta hem de maliyet avantajları sağlamaktadır. Bu yöntemle, akıllı telefonlar ve diğer dijital cihazlar aracılığıyla biyosinyaller, görüntüler ve diğer gerekli veriler, zaman ve mekân sınırlamaları olmaksızın doktor ile hasta arasında paylaşılabilmektedir. Ancak, bu sistem genellikle tarafların aynı anda çevrim içi olmasını gerektirir. Hastalar açısından bu durum, daha kısa bekleme süreleri ve tedavi süreçlerinin hızlanması anlamına gelir. Ayrıca, tele-tıp uygulamaları, sağlık hizmetlerine erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde ihtiyaç duyulan hizmetlerin hızlı ve kolay bir şekilde sunulmasına olanak tanımaktadır. COVID-19 pandemisi ise tele-tıp teknolojilerinin benimsenmesini ve yaygınlaşmasını önemli ölçüde hızlandırmış, bu hizmetlerin sağlık sektöründeki potansiyelini daha görünür hale getirmiştir [13] .

Günümüzde yapay zeka destekli uygulamalar, sanal sağlık danışmanlığı ve uzaktan hasta izleme sistemleri gibi yenilikçi çözümler sağlık hizmetlerine erişimi yaygınlaştırmakta ve maliyet etkinliği sağlamaktadır. Mobil uygulamalar ve akıllı saat gibi giyilebilir teknolojiler sayesinde hastalar, ön tanı ve tedavi önerilerini ev ortamında alabilmekte, böylece ulaşım zorlukları ve uzun bekleme sürelerinden kaynaklanan maliyetler önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Yapay zeka, aynı zamanda bu cihazlar ve uygulamalardan sürekli veri toplayan uzaktan izleme sistemle-

rinin ayrılmaz bir parçası olarak, sağlık hizmetlerinde önemli bir rol üstlenmektedir. Toplanan veriler sayesinde yapay zeka sağlık hizmeti sağlayıcılarına olası sağlık sorunlarına karşı erken uyarılar sunmakta, böylece zamanında müdahalelerin yapılmasını ve hastaneye yatışların azaltılmasını mümkün kılmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım, hem bireylerin sağlık durumlarının sürekli izlenmesini, hem de sağlık hizmetlerine erişimde zaman ve maliyet tasarrufunu birarada sunmaktadır.

Yapay zeka, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırma konusunda önemli bir rol oynasa da, sağlık çalışanlarından alınan hizmetler genellikle sanal asistanlara kıyasla daha güvenilir olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, bireylerin teşhis, tedavi, izleme ve karar desteği gibi sağlıkla ilgili süreçlerde yapay zeka kullanmaya veya bu sistemlerle etkileşim kurmaya genelde açık olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, ruh sağlığı, kronik hastalıklar ve yaşam sonu bakımı gibi karmaşık ve hassas durumlarda, bireylerin yapay zeka yerine insan sağlık profesyonellerini tercih ettiği gözlemlenmiştir [35] [36].

Yapılan bazı araştırmalar, yapay zeka uygulamalarının sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırma potansiyelinin yanı sıra, veri güvenliği ve etik konularda önemli tereddütler yarattığını ortaya koymaktadır. Bu durumun, sağlık hizmetleri üzerinde olumsuz etkiler doğurabileceği belirtilmiştir. Tıp etiği bağlamında, yapay zeka uygulamalarıyla açıklanmış tedavi süreçlerinde bireysel otonomiyi tehdit edebileceği, zararın engellenmesi ilkesine aykırı hatalar yaratabileceği ve güvenilir olmayan sonuçlara yol açabileceği gösterilmektedir [14]. Ayrıca, adalet ilkesi açısından yapay zeka algoritmalarının, ırk, cinsiyet veya sosyal güvence türleri arasında anlamlı farklılıklar yaratarak eşitsizlikleri artırma riski taşıdığı vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra, mahremiyet ve veri gizliliği konularında ciddi riskler içerebileceği de etik biliminin temel tartışma konularından biri haline gelmiştir [37] [38]. Bu çerçevede, yapay zekanın sağlık alanında uygulanmasının yalnızca teknolojik yenilikler değil, aynı zamanda etik ve yasal düzenlemeler ışığında ele alınması gerektiği de açıktır.

SONUÇ

Sağlık hizmetlerine yönelik talebin sürekli artması ve küresel ölçekte kaynakların sınırlı olması, bu zorlukları aşmak için teknoloji tabanlı yenilikçi sağlık çözümlerine duyulan ihtiyacı her zamankinden daha önemli hale getirmiştir. Özellikle, yapay zeka tabanlı algoritmaların sağlık hizmetlerine entegrasyonunun hız kazanması, kaynakların daha etkin kullanımı noktasında önemli fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekanın sağlık sektörüne entegrasyonu, hasta bakım süreçlerini ve sağlık sonuçlarını kökten dönüştürme potansiyeline sahiptir. Yapay zeka destekli öngörücü analizler, hastalıkların erken teşhisini kolaylaştırırken klinik laboratuvar testlerinin doğruluğunu, verimliliğini ve maliyet etkinliğini artırmaktadır. Bu araçlar, insan hatalarını en aza indirerek sağlık hizmetlerinin kalitesini yükseltirken, aynı zamanda sağlık insan kaynağının daha etkin yönetilmesine destek sağlamaktadır. Ayrıca, yapay zekanın sağladığı bu avantajlar, toplum sağlığını iyileştirme ve geliştirme planlarında politika yapıcılara önemli katkılar sunma yönünde katkılar sağlayabilmektedir.

Koruyucu sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir ve etkili hale getirilmesi, sağlık politikaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu hedefe ulaşmada, yapay zekanın sağlık hizmetlerine entegrasyonu önemli bir fırsat sunmaktadır. Yapay zeka destekli kişisel sanal sağlık asistanları, koruyucu sağlık hizmetlerini destekleyerek hastaların semptomlarına dayalı olarak altta yatan sağlık sorunları tanımlama, tıbbi tavsiye verme, ilaç kullanımını hatırlatma, doktor randevularını planlama ve hayati belirtileri izleme gibi görevlerde yardımcı olmaktadır. Bu durum, özellikle sağlık hizmetlerine erişim sürelerini kısaltmak ve önlenebilir hastalıklar nedeniyle oluşabilecek maliyetleri düşürmek açısından da büyük bir avantaj sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, bireylerin sağlık kontrolü alışkanlıklarını artırarak erken teşhis ve müdahaleyi teşvik eden bu asistanlar, uzun vadede tedavi maliyetlerini düşürerek sağlık harcamalarının daha verimli bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunur. Böylece, bireysel düzeyde sağlanan faydalar halk sağlığı uygulamalarına genişlerken, ekonomik anlamda da sağlık sistemine pozitif dışsallıklar kazandırılmaktadır.

Sağlık hizmetlerindeki yapay zeka uygulamalarının tüm bu olumlu etkilerine rağmen, insan kaynağı ihtiyacını minimize etme potansiyeline sahip olsa da, sağlık personeli, hizmet sunucu olarak yapay zeka destekli sanal asistanlara kıyasla hala güvenilir kabul edilmektedir. Yapay zeka, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırma konusunda önemli bir rol oynasa da, sağlık çalışanlarından alınan hizmetler genellikle sanal asistanlara kıyasla daha güvenilir olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, bireylerin teşhis, tedavi, izleme ve karar desteği gibi sağlıkla ilgili süreçlerde yapay zeka kullanmaya veya bu sistemlerle etkileşim kurmaya genelde açık olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, ruh sağlığı, kronik hastalıklar ve yaşam sonu bakımı gibi karmaşık

ve hassas durumlarda, bireylerin yapay zeka yerine insan sağlık profesyonellerini tercih etmektedir. Bu durum, yapay zekanın sağlık hizmetlerinde büyük bir potansiyel taşımasına rağmen, insan etkileşiminin ve güven ilişkisinin özellikle hassas ve karmaşık sağlık konularında hala vazgeçilmez olduğunu göstermektedir. Yapay zeka teknolojilerinin başarılı bir şekilde entegre edilmesi, insan merkezli yaklaşımlarla dengelenerek, hem sağlık çalışanlarının hem de hastaların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu, yapay zekanın sağlık hizmetlerinde güvenilirlik ve etkinlik açısından daha geniş kabul görmesi için kritik bir öneme sahiptir.

Yapay zeka, klinik uygulamalarda devrim yaratma potansiyeline sahip olsa da, düşük kaliteli tıbbi verilerin işlenmesiyle oluşan hatalı algoritmalar, sağlık sonuçları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

Veri gizliliği, erişilebilirliği ve güvenliği de yapay zekanın klinik uygulamalarda kullanımında önemli sınırlamalar olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, hasta verilerini ve kritik sağlık hizmetlerini korumak için kapsamlı siber güvenlik stratejileri geliştirilerek etkili güvenlik önlemleri hayata geçirilmelidir. Bu açından ulusal düzeyde "Sağlık Verisi Güvenliği Standartları" oluşturulmalı, sağlık kurumlarında zorunlu siber güvenlik denetimleri yapılmalı ve yapay zeka sistemleri için sertifikasyon mekanizmaları devreye alınmalıdır. Etik açıdan; bilgilendirilmiş onayın sağlanması, güvenlik ve şeffaflık, algoritmik adalet ve önyargıların önlenmesi ve veri gizliliğinin korunması şeklinde dört temel sorun öne çıkmaktadır. Sağlık kuruluşları, yapay zeka araştırmacıları ve düzenleyici kurumlar arasında güçlü bir iş birliği tesis edilerek, yapay zeka algoritmalarının geliştirilmesi ve klinik karar alma süreçlerinde güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yönergeler ve standartlar oluşturulmalıdır.

Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ teknolojilerine yönelik Ar-Ge yatırımlarının sürdürülmesi, daha yenilikçi ve etkili çözümler geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda ülkeler, sağlık politikalarını; demografik yapı, hastalık yaygınlığı ve coğrafi dağılım gibi dinamik verilerin sürekli analiz edilmesini mümkün kılan yapay zekâ uygulamalarıyla desteklemelidir. Bu tür uygulamaların temel amacı halk sağlığını iyileştirmek olmalı; koruyucu sağlık hizmetlerini güçlendirecek, hastalık risklerini erken dönemde tespit edecek ve risk azaltıcı müdahaleleri kolaylaştıracak araçların geliştirilmesine öncelik verilmelidir. Bu doğrultuda ulusal erken uyarı algoritmaları, bölgesel hastalık risk haritaları ve otomatik tarama sistemleri gibi yapay zekâ tabanlı çözümlerin yaygınlaştırılması kritik bir politika alanıdır. Söz konusu araçların aile hekimliği birimlerinde, toplum sağlığı merkezlerinde ve mobil sağlık ekiplerinde aktif olarak kullanılmasının teşvik edilmesi, erken teşhis oranlarını artırarak uzun vadede sağlık çıktılarının iyileştirilmesine ve sağlık harcamalarının azaltılmasına önemli katkı sağlayabilir.

Yapay zeka teknolojilerinin sağlık hizmetlerinde sunduğu fırsatlar ve karşılaşılan zorluklar ışığında, bu teknolojilerin stratejik bir şekilde yönlendirilmesi sürdürülebilir ve erişilebilir sağlık sistemlerine ulaşmak açısından kritik önem taşımaktadır. Bu kapsamda, ülkelerin "Ulusal Yapay Zeka Sağlık Stratejisi" hazırlaması, eğitimli sağlık personeli yetiştirmek için yapay zeka okuryazarlığını artırıcı eğitim programları geliştirmesi ve yapay zekâ uygulamalarının her aşamasında insan denetiminin korunmasını sağlayan düzenlemeler getirmesi temel politika adımları arasında yer almalıdır

Kaynakça

[1] Isbanner, S., O'Shaughnessy, P., Steel, D., Wilcock, S., & Carter, S. (2022). The adoption of artificial intelligence in health care and social services in Australia: findings from a methodologically innovative national survey of values and attitudes (the AVA-AI study). Journal of Medical Internet Research, 24(8).

[2] Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. Stroke and Vascular Neurology, 2(4).

[3] Globe Newswire Report (2021). "Global Artificial Intelligence (AI) Industry" Global Artificial Intelligence (AI) Market to Reach, https://www.globenewswire.com/news-release/2021/01/19/2160281/0/en/Artificial-Intelligence-AI-in-Healthcare-Market-Size-Worth-61-59-Billion-By-2027-CAGR-of-43-6-By-Reports-and-Data.html, Erişim Tarihi: 12.11.2024.

[4] Smith, R. D. (2003). Global public goods and health. Bulletin of the World Health Organization, 81, 475-475.

[5] Lefèvre, T., & Delpierre, C. (2022). Artificial Intelligence in Epidemiology. In Artificial Intelligence in Medicine (pp. 1341-1352). Cham: Springer International Publishing.

[6] Çalışkan, Z. (2008). Sağlık Ekonomisi: Kavramsal Bir Yaklaşım. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26(2): 29-50.

[7] Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. The Lancet, 395(10236), 1579-1586.

[8] WHO (2000). The World Health Report 2000, Health Systems: Improving Performance. The World Health Organization, Geneva.

[9] Culyer, A. J. (1991). The Economics of Health-Volume 1 (The International Library Writings in Economics). USA: Edgward Elgar Publishing Company.

[10] Wonderling, D., Gruen, R., & Black, N. (2005). Introduction to Health Economics. London: Open University Press: McGraw Hill Education.

[11] Manavgat, G. (2023). Sağlık Ekonomisi ve Sağlık Finansmanı. Gazi Kitabevi, Ankara.

[12] Whitehead, M. (2001). Eşitlik ve Sağlık: Kavram ve İlkeler. Türk Tabipleri Birliği Yayını. http://www.ttb.org.tr/kutuphane/esiktlik_saglik.pdf, Erişim Tarihi: 09.10.2024.

[13] Arık, Y. (2023). Tele-Tıp Uygulamalarının Sağlık Hizmetleri Pazarlaması Kapsamında Değerlendirilmesi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 26(2), 511-534.

[14] Tarcan, G. Y., Balçık, P. Y., & Sebik, N. B. (2024). Türkiye ve Dünyada Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zeka. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 14(1), 50-60.

[15] Rahman, M. A., Victoros, E., Ernest, J., Davis, R., Shanjana, Y., & Islam, M. R. (2024). Impact of artificial intelligence (AI) technology in healthcare sector: a critical evaluation of both sides of the coin. Clinical Pathology, 17, 2632010X241226887.

[16] Reddy, S. (2018). Use of Artificial Intelligence in Healthcare Delivery. In Heston, T. F. (Ed.), eHealth - Making Health Care Smarter. USA: Intecopen.

[17] Dicuonzo, G., Donofrio, F., Fusco, A., & Shini, M. (2023). Healthcare system: Moving forward with artificial intelligence. Technovation, 120, 102510.

[18] Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., ... & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. BMC Medical Education, 23(1), 689.

[19] Zahidah, S., & Al-haimi, B. (2024). Telemedicine: Transforming Healthcare Accessibility and Quality with Sustainable Technological Advancement. In Navigating the Intersection of Business, Sustainability and Technology, 137-149.

[20] Çifçi, M. (2022). Derin Öğrenme Metodu Kullanarak BT Görüntülerinden Akciğer Kanseri Teşhisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 24(71), 487-500.

[21] Callaway, E. (2020). 'It will change everything': DeepMind's AI makes gigantic leap in solving protein structures. Nature, 588(7837), 203-205.

[22] Somashekhar, S. P., Sepúlveda, M. J., Puglielli, S., Norden, A. D., Shortliffe, E. H., Kumar, C. R., ... & Ramya, Y. (2018). Watson for Oncology and breast cancer treatment recommendations: agreement with an expert multidisciplinary tumor board. Annals of Oncology, 29(2), 418-423.

[23] Camacho-Cardenosa, A., Clavero-Jimeno, A., Martin-Olmedo, J. J., Amaro-Gahete, F., Cupeiro, R., Cejudo, M. T. G., ... & Ruiz, J. R. (2024). Time-restricted eating and supervised exercise for improving hepatic steatosis and cardiometabolic health in adults with obesity: protocol for the TEMPUS randomised controlled trial. BMJ Open, 14(1), e078472.

[24] Diana, M., & Marescaux, J. (2015). Robotic surgery. Journal of British Surgery, 102(2), e15-e28.

[25] Erdem, İ., & Cinbirt, E. N. C. (2022). Sağlık Hizmetlerinde Robotik Cerrahi. In Sağlık Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar, 81.

[26] Peters, B. S., Armijo, P. R., Krause, C., Choudhury, S. A., & Oleynikov, D. (2018). Review of emerging surgical robotic technology. Surgical Endoscopy, 32, 1636-1655.

[27] Chen, M., & Decary, M. (2020). Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. Healthcare Management Forum, 33(1), 10-18.

[28] Chen, J., & See, K. C. (2020). Artificial intelligence for COVID-19: rapid review. Journal of Medical Internet Research, 22(10), e21476.

[29] Prabhod, K. J. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Reducing Healthcare Costs and Improving Operational Efficiency. Quarterly Journal of Emerging Technologies and Innovations, 9(2), 47-59.

[30] Mak, K. K., & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: present status and future prospects. Drug Discovery Today, 24(3), 773-780.

[31] Bhasker, S., Bruce, D., Lamb, J., & Stein, G. (2023). Tackling healthcare's biggest burdens with generative AI. McKinsey & Company, July, 10.

[32] Mitsala, A., Tsalikidis, C., Pitiakoudis, M., Simopoulos, C., & Tsaroucha, A. K. (2021). Artificial intelligence in colorectal cancer screening, diagnosis and treatment. A new era. Current Oncology, 28(3), 1581-1607.

[33] Vora, L. K., Gholap, A. D., Jetha, K., Thakur, R. R. S., Solanki, H. K., & Chavda, V. P. (2023). Artificial intelligence in pharmaceutical technology and drug delivery design. Pharmaceutics, 15(7), 1916.

[34] WHO (2021). Global Strategy on Digital Health 2020–2025. https://www.who.int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf, Erişim Tarihi: 26.09.2024.

[35] Esmaeilzadeh, P. (2020). Use of AI-based tools for healthcare purposes: a survey study from consumers' perspectives. BMC Medical Informatics and Decision Making, 20, 1-19.

[36] Khullar, D., Casalino, L. P., Qian, Y., Lu, Y., Krumholz, H. M., & Aneja, S. (2022). Perspectives of patients about artificial intelligence in health care. JAMA Network Open, 5(5), e2210309-e2210309.

[37] Benke, K., & Benke, G. (2018). Artificial intelligence and big data in public health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(12), 2796.

[38] Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. Future Healthcare Journal, 6(2), 94-98.

[39] Accenture (2017). Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System. https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/manual/r3/pdf/pdf-49/Accenture-health-artificial-intelligence-j.pdf, Erişim Tarihi: 14.10.2024.

[40] Amann, J., Blasimme, A., Vayena, E., Frey, D., Madai, V. I., & Precise4Q Consortium. (2020). Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. BMC medical informatics and decision making, 20(1), 310.

[41]Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. Science, 366(6464), 447-453.

[42]Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nature medicine, 25(1), 44-56.

[43] Floridi, L., & Cowls, J. (2022). A unified framework of five principles for AI in society. Machine learning and the city: Applications in architecture and urban design, 535-545.