

Bölüm 10

SAĞLIK ALANINDA YAPAY ZEKA KULLANIMI

Sevim ÇELİK¹
Neşe UĞUR²
Elif KARAHAN³

GİRİŞ

Geçmiş yıllardan günümüze kadar insanoğlunun merak ve öğrenme dürtüsüyle değişim ve gelişim sürekliliği devam etmektedir. Ülkemizde ve dünyada teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte yapay zeka kavramı yerini almıştır. Yapay zeka insana özgü davranışlar sergileyerek; konuşma, ses tanıma, akıl yürütme, sayısal mantık ve hareketlerin bütününden oluşan çok sayıda sistem bütünüdür (1). Kavramsal olarak teknoloji geliştikçe farklı tekniklerin sürdürülmesiyle kullanım alanları çeşitlenerek artmıştır. Hızla artan nüfus ile hizmet sektörü, eğitim, askeri, ekonomi, güvenlik, internet, sanal asistanlık, ulaşım, uzay ve sağlık alanı yapay zekanın kullanım alanlarındandır. Yaşamın en önemli basamaklarından biri olan yapay zeka; sağlık alanında artan hastalıklar ve salgınlarda, tanı, teşhis ve tedavisinde, sağlık hizmetlerinin beklentilerinde, klinik destek, veri saklama ve analizinde büyük önem taşımaktadır (2). Yapay zekanın robotiğe entegre olmasıyla insan beyninin fonksiyonel yapısını temel alarak cerrahi alanda; ameliyat sürecinin kısalması, tıbbi hataların en aza indirgenmesi ve en az hasarla hastanın tedavi sürecini tamamlamasına olanak sağlayan yapay zekanın kullanılması gündemdedir (3). Tüm olumlu gelişmelerin yanında yapay zeka kullanımının sonuçlarına yönelik bilinmezlikler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; yapay zeka kullanımının yasal, etik ve ahlaki boyutu, mühendislik becerisi, kullanıcının yeterli bilgi donanımına sahip olmaması olarak sıralanabilir. Bu çalışmada; sağlık alanındaki yapay zeka uygulamalarının yeri ve önemine

¹ Prof. Dr., Bartın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD, scelik@bartin.edu.tr

² YL. Öğrencisi, Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hemşirelik AD, ugur.nesee@hotmail.com

³ Doç. Dr., Bartın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği AD, ekarahan@bartin.edu.tr

ışık tutmak, kullanımıyla ortaya çıkabilecek bazı durumların avantaj ve dezavantajlarıyla ele alınması amaçlanmaktadır.

YAPAY ZEKA KAVRAMI

Literatürde farklı tanımları olmasıyla beraber yapay zeka; insan beynini taklit ederek akıllı davranış sergileyen, bilgisayar programları oluşturmayı hedefleyen geniş bir alanı ifade etmektedir. Bu tür alanlara örnek olarak; konuşmayı algılama, görüntülerdeki nesnelere tanımlama, mantıklı düşünme gibi birçok davranış modelleri verilebilir (4). Yapay zeka birbiriyle uyum içinde çalışan öğrenme tekniklerden oluşmaktadır. Bunlar; insan beynini taklit ederek birçok basit birimin daha büyük yapılarla birbirine bağlayıp yeni veri üretebilen bilgisayar yazılımlarından oluşan yapay sinir ağları, karar vermeyi yetisini otomatikleştirmek ve hasta verilerine dayanarak tahminsel analiz yapmak için kullanılabilen makine öğrenme, oluşan örüntüleri tanıyarak en gelişmiş makine öğrenim yaklaşımıyla derin öğrenme, insan dilini bilgisayar tarafından çözümlenebilecek ifadelere dönüştürmeyi amaçlayan doğal dil işleme, yazının sese dönüştürülmesini gerçekleştiren konuşma sentezi, problemleri geniş açılarla inceleyip insan zekasını taklit etmeyi amaçlayan uzman sistemler ve bilgi tabanıdır (5-8). Belirli tekniklerin yanında; problem analizi, bilgilerin ve oyunların modellenmesi, örüntü tanım, otomatik teorem ve robotik yer almaktadır (9).

YAPAY ZEKANIN SAĞLIK ALANINDA GELİŞİM SÜRECİ

Yapay zeka teknolojileri, son yıllarda sağlık sektörü dahil olmak üzere çok çeşitli alanlarda ilgi görmeye devam etmektedir. Bilgisayar ve yazılım uygulamalarının artmasıyla beraber sağlıkla ilgili verileri dijital ortama aktarılması, tıpta yapay zeka uygulamalarının geliştirilmesi ve kullanılması hızla ilerlemektedir (10).

Yapay zeka, sağlık profesyonellerinin hastalıklarda erken teşhis yaparak, komplikasyonları azaltarak, daha az invaziv girişimler sunarak hastalara daha iyi bir yaşam kalitesi sağlayabilmek için yaygın olarak tercih edilmektedir. Bilişim çağından önce, esas olarak tıbbi teknolojiler, klasik tıbbi cihazlar (örneğin protez, stent, implant vb.) olarak bilinmektedir. Akıllı telefonların, giyilebilir cihazların, sensörlerin ve iletişim sistemlerinin ortaya çıkmasıyla, yapay zeka büyük gelişim göstermiştir. Günümüzde sağlık verileri ve araştırmalarını destekleyen birçok şirket bulunmaktadır. Bu şirketler telefon, saat, tablet bilgisayar gibi cihazları; egzersiz, adım sayısı, kalp atış sayısı bilgilerinin içinde bulundur-

duğu sağlık uygulamaları üzerine cihazlar üretmektedirler (11). Cihazlara olan taleple birlikte çeşitli uygulamalar sağlayan bir şirket geliştirdikleri giyilebilir cihazlarda, çeşitli spor dallarını içererek kişilerin günlük aktivite analizlerini gözlemleyebilecekleri uygulamalarla önemli ölçüde veri sağlar. Bu aktiviteler arasında efor takibi, hidrasyon takibi, stres düzeyi ve oksijen saturasyonu ölçümü vb. yer almaktadır (12,13). Birçok büyük yazılım teknoloji şirketleri yapay zeka kullanımını sağlık sektörüne entegre etmişlerdir (1).

SAĞLIK ALANINDA YAPAY ZEKA KULLANIMI VE ÜSTÜNLÜKLERİ

Sağlık alanında yapay zekanın kullanım alanları oldukça genişdir. Birden fazla algoritma kullanarak tümevarım yöntemi ile sorunlara çözüm getirmektedir. Genel olarak yönetim ve tıbbi amaçlı olarak kullanım yerlerine sahiptir.

Yönetim Amaçlı Kullanımı

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı'nın kullandığı uygulamalar; MHRS (Merkezi Hekim Randevu Sistemi) kullanım oranları, tanı, hastaneye yatış, ameliyat, vb. raporlar, e-Nabız değerlendirme raporları, aile hekimliği performans raporları örnek olarak verilebilir (9). Klinik dokümantasyonlarla hastaların laboratuvar sonuçları, reçeteleri, görüntüleme sonuçları ve kişisel bilgileri vb. verilerin saklanması ve depolanması bilgisayar ortamına aktarılmasıyla kağıt karmaşası, israfı ve kaybolma riski ortadan kalkmaktadır. Nüfusun artışı ve getirdiği zorlukları, artan kronik hasta sayısı, ek olarak çoklu hastalık varlığıyla verilerin dijitalleşmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır (9, 14).

Tıbbi Amaçlı Kullanımı

Hastalıkların tedavi sürecinin iyi sonuçlanmasında erken tanı hayati önem taşımaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte yapay zeka erken teşhis ve tedavide çeşitli algoritmalarla hastalıkları teşhis etmede kullanılır. Özellikle son yıllarda kanser hastalıklarında erken teşhis farklı görüntü işleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Verilerin elektronik kayıtlara aktarılmasıyla hekimlerin karşılaştırmalı analizler yapmakta ve tedavi önerilerine katkıda bulunmaktadır (15).

Yapay zekanın radyoloji alanında kullanılması ile hastalık sürecinde zaman kaybı ve görüntüleri bekleme önlemiş veya verilerin başka bir yere ulaştırılamaması durumları ve iş yükü ortadan kalkmıştır. Bir araştırmaya göre; Alzheimer hastalığında erken tanı, hastalığın hangi evrede olduğunu belirlemek için manyetik rezonans görüntüleme (MRI), pozitron emisyon topografisi (PET),

amiloid-PET ve florodeoksiglukoz (FDG) gibi çok modlu görüntüleme yardımıyla mümkün hale gelmiştir (16).

Hastalıklarda tanılama için bir diğer branşlardan biri *patolojidir*. Doğru tanısal sınıflandırma ve kişiye özel tedavi yöntemleri için sağ kalım tahmini gerektirmektedir. Patologların çalışmalarında iş yüklerinin azaltılması ve tanılamının doğrulanması ve aynı zamanda nadir görülebilecek morfolojik özelliklerin değerlendirilmesi beklenmektedir. Bu yöntemi sağlayacak yapay zeka araçlarından biri dijital patolojidir. Slayt tarayıcıları kullanarak preparatların yüksek çözünürlüğe sahip tarayıcı cihazlarla dijital görüntülere dönüştürme ve görüntülerin ardından analiz etme işlemlerinden oluşmaktadır (17).

Derin öğrenme algoritmalarıyla yapay zeka *olfalmolojide* teknolojik gelişmelerle sık kullanılmaktadır. İlk olarak, en eski yapay zeka alt alanlarından biri görüntü tanımadır. Göz fundus görüntü kayıtları veya optik koherens tomografi (OCT), otomatik analiz ve niceleme için büyük işlev gösteren, düşük maliyetli, görüntüleme yöntemleridir. İkinci olarak, yapay zekanın başarısı, diyabetik retinopati ya da yaşa bağlı makula dejenerasyonu gibi yüksek insidanslı durumların fazla miktarda sağladığı veriye kolayca sahip olmaya dayanır. Görme kayıplarını önlemek için bu yöntemler önemli bir yere sahiptir (18).

Klinik ve dermaskopik görüntülerden, cilt lezyonlarının tespiti için doğruluk bildirilen çalışmalarla, yapay zeka *dermatolojide* giderek daha önemli hale gelmektedir. Cilt kanserini tanılamada; görüntü analizi için önde gelen derin öğrenme algoritmasıyla girdi görüntüsü alınıp, görüntüdeki çeşitli nesnelere birbirinden ayırabilen sinir ağlarıyla (CNN'ler), dermoskopik ve dermoskopik olmayan görüntülerden oluşan lezyonların tanınmasını sağlanmaktadır (19).

Nefrolojide, progresif immünoglobulin A nefropatisi (IgAN), immünoglobulin A antikorunun böbreklerde birikimi sonucu oluşan tablodur. IgAN teşhisinde ölçülen klinik ve biyolojik parametreler (yaş, cinsiyet, kan basıncı, proteinüri, serum kreatin düzeyi ve antihipertansif tedaviler) hastalıkla ilişkili faktörlerin olduğu varsayılmıştır. Yapay sinir ağlarının kullanılmasıyla hastaya ait parametre girdileri düzenlenip, girdilerden etkileşim oluşturularak hastalığın tahmininde belirleyici veri setleri ortaya koymaktadır. Yapay sinir ağlarının, progresif IgAN oluşumunu deneyimli nefrologlardan daha doğru bir şekilde öngördüğü gösterilmiştir. Bu tür yaklaşımlar klinisyenlere hastalığın evrenmesi ve yönetiminde yardımcı olmak için kullanılabilir (20).

İlaç sektöründe ise; yapay zeka algoritması, ilaçlarda kimyasal, genomik, fenotipik ve hücresel ağ verilerini içerir. İlaçları sanal hedef ekranında analiz ede-

rek istenilen özelliklere sahip yeni bileşiklerin tasarımına veya tanımlanmasına büyük yarar sağlamaktadır. Potansiyel olarak milyonlarca molekülü kapsayan bir kimyasal evrendeki aktiviteleri tahmin ederek nicel bilgileri belgelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tedavi edici hedeflerle yönelik ilaçları belirlemek bunların; emilim, dağılım, metabolizma, atılım ve toksisite özelliklerini tahmin etmek veya mevcut molekülleri yeniden kullanmak için moleküler bileşik tabanlı sanal ekranlarda sinir ağlarını yönetmek için uygulanmaktadır (21).

Hemşirelik alanında yapay zekanın son yıllarda giderek gelişen ve sağlık alanının büyük ölçüde fayda sağladığı araçlardan biri *robotik* uygulamalardır. Hasta izlemi, ameliyat ve tedavi gibi birçok yerde kullanılmaktadır (22). Ayrıca çoğu gelişmiş ülkeler, kliniklerde robotların kullanımını son zamanlarda arttırmıştır. Robotların lideri olarak anılan Japonya özellikle yaşlı yetişkinlerin bakımında hemşirelik bakım robotları üreterek büyük fayda sağlamayı planlamaktadır. Japonya'da nüfusun büyük bir bölümünü oluşturan 65 yaş ve üzeri bireylere bakım vermek amacıyla yetersiz hemşire sayısı sebebiyle hemşirelik bakımında kullanılmak üzere robotları test etmektedir. Dünya genelinde ise Buddy, RO-BEAR, Little Sophia, Lynx, Pillo, Sophia, Miko2, PARO, Pepper, Einstein, ve Vortex günümüzde hemşirelik bakımı hizmetleri ile ilgili robotik cihaz örneklerindedir (23).

Cerrahi alanda ise robotik uygulamalar; cerrahi kullanımda henüz istenilen noktaya ulaşamamıştır fakat geleceğe yönelik bakış açıları ve yaptırımların gelişmesi önemlidir. Cerrahi robotikte amaç; bilgisayarlı tomografi verileri ile hastanın anatomik özelliklerini tanıyarak mevcut verilerden yeni görüntüleme planı sağlamaktadır. Minimal invaziv cerrahide; mevcut robotların basit cerrahi işlemleri (dikiş ve düğüm atma vb.) otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir. Daha karmaşık cerrahiler için artan robotik işlev düzeyi yeni görevler almasını sağlamıştır. Büyük cerrahilerinde çok kollu büyük robotlar (Da Vinci robot, continuum robot vb.), cerrahin uzaktan kullanımıyla güvenli bir biçimde yapıldığı görülmüştür (24, 25). Cihazların büyük olması ve alan sıkıntısı açısından gelecek yıllarda akıllı mikro robot ve nanorobotların, büyük ameliyatlara gerçekleştirebilmesi öngörülmektedir. Kişiselleştirilmiş 3D şekil örnekleme, 3D biyo-baskılı doku, kamera poz tahmini vb. uygulamalar genel ve plastik cerrahide büyük katkılar sağlamaktadır. Bir radyocerrahi sistemi olan Cyberknife dokuyu elektriksel akımla keserek ve buharlaşma sağlayarak elektro cerrahi sistemi ile dokudan çıkan buharı analiz eder. Numune hazırlığına gerek kalmadan tümör- lü dokuyu tespit etmektedir (3).

SAĞLIK ALANINDA YAPAY ZEKA KULLANIMININ DEZAVANTAJLARI

Sağlık alanında yapay zeka kullanımını çeşitli uygulamalarda büyük devrim yaratmıştır. Bunun yanı sıra bazı tartışmalı konuları beraberinde getirmektedir. Farklı alanlarda kullanılan yapay zeka algoritmalarında yeterli tıbbi bilgiye sahip olmayan mühendislerin, algoritmayı kullanılacak olan doktorların teknolojiyi anlamaması yorumlama hatalarına neden olabilir. Ekiplerin işbirliği içinde olması gerekir. Eğitim ve öğretim süreci zorludur. Bir çalışmaya göre yapay zekaya yönelik olumlu tutumlara rağmen, doktorların bu teknolojiler hususunda yetersiz eğitim aldıkları da bildirilmiştir. Bu teknolojilerden tam olarak yararlanmak için bilim adamları, tıp fakültelerinde yapay zeka eğitiminin genişletilmesi ve iyileştirilmesi gerektiği konusunda aynı fikirde oldukları görülmektedir. Sağlık profesyonelleri, yapay zekanın mesleki itibarlarını azaltabileceğine dair endişelerini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda yapay zeka teknolojisi doktorların yerini almayacak, ancak yapay zeka kullanan doktorlar, kullanmayan doktorların yerini alabileceğine yönelik endişeler söz konusudur (26). İlaç endüstrisi ve uygulamalarında yeterli bir somut örneği yoktur. İlaç keşif süreci başlamadan önce veri guruplarının verimli analiz için toplanması ve derlenmesi gerekir, ancak bunu yapmak için sistemli bir yöntem bulunmamaktadır. Doğru şekilde biçimlendirilmiş veriler olmadan makine öğrenimi algoritmalarının çıktısı hatalı olacaktır. Bu sebeple, ilaç keşif süreci başlamadan önce mevcut verileri veri sistemlerine entegre etmek için daha verimli yöntemler gereklidir (27). Teknolojik sürece geçiş yaparken hem yeni sistem hem de eski sistemi kullanacak olan sağlık profesyonellerinin iş yükünü artıracaktır. Bu sebepten dolayı geçişler çok iyi planlanmalı ve en kısa sürede yapılmalıdır. Yapay zeka kullanım alanlarında malzeme, ekipman ve cihaz yetersizliklerden oluşabilecek durumların önlenmesi amaçlanmalıdır. Hastalıkların teşhis ve tedavilerinde kullanılan veri setleri ve görüntülemeleri yeterli miktarda olmalıdır. Tanılama ve tedavide yeteri kadar olmazsa yanlış sonuçlar elde edilebilir (1). Eksik kurulumla uygulanan işlemlerin hasta güvenliği açısından problem oluşturmaktadır. Güvenlik; sağlık hizmetlerinde yapay zeka için en büyük zorluklardan biridir. Hastaların tıbbi kayıtlarından alınan bilgileri değerlendirmek ve doktorların hastaları için kanser tedavisi seçeneklerini keşfetmelerine yardımcı olmak için yapay zeka algoritmaları kullanılmaktadır. Bununla birlikte kanser tedavileri için bazı yapay zeka uygulamaları “güvenli olmayan ve yanlış”

önerilerde bulunarak eleştiriye maruz kalmıştır. Ayrıca ülkeler arasında büyük farklılıklar gösteren yapay zeka, etik, veri gizlilik, hukuki ve ahlaki konular hala tartışma konusudur (28). Verilerin güvenliğini ve gizliliğini sağlamak, bilgilendirilmiş onam sürecinin aksine, bir kullanıcı sözleşmesinin kullanılması, bireyin yüz yüze diyalog olmaksızın kabul ettiği bir sözleşmedir. Çoğu insan, kullanıcı sözleşmelerini anlamak için zaman ayırmayarak görmezden gelir. Ayrıca, cihazlardaki yazılımın sık sık güncellenmesi, bireylerin hangi hizmet şartlarını kabul ettiklerini takip etmelerini daha da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle sözleşmeler ve bilgilendirilmiş onam konusunda belirsizlik yaşanmaktadır (29-31). Hukuki bir düzen çerçevesindeki bilgilendirilmiş onam ve sözleşmeler, süreç hakkındaki aşamaları ve fikri hak konularını içermektedir. Yapay zekâ kullanılmasıyla beraber cezai sorumluluk ve hatalarla ne türlü mücadele edilebileceği ve yasal olarak kimlerin mesul ve yükümlü tutulacağı hali hazırda merak konusu olmaktadır (32).

SONUÇ

Yapay zeka uygulamaları hayatımızın her alanında gelişmeye devam etmektedir. Yapay zekanın sağlığın yönetiminde, hastalıkların erken tanı, tedavisinde ve sağlık bakım uygulamaların geliştirilmesinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu yönüyle günümüzde sağlık sisteminde yapay zeka önemli görevler üstlenmiş ve sağlık profesyonellerine kolaylıklar sağlamıştır. Kullanılan yapay zeka teknikleriyle sürdürülen bakımın dönütleri değerlidir. Buna karşın tedavi sürecinde hasta güvenliği, etik, gizlilik, hukuki ve ahlaki boyutlar ve istenilen bakım modelinin hemşireler gibi yerine getirilmesi tartışma konusudur. Yapay zeka algoritmalarının üretilmesinde sağlık alanında eğitilmiş mühendislerle ve sağlık profesyonelleriyle iş birliği ve uyum içinde çalışılarak sürekli eğitim ve yeterli donanımla kullanılması gerekmektedir. Yarar ve umut veren çözümlerinin yanında tartışılması gereken ahlaki, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik konuları ele alınması, sözleşme ve aydınlatılmış onamda düzenlemeler yapılabilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çilhoroz Y, Işık O. Yapay zekâ: sağlık hizmetlerinden uygulamalar. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2021; 23(2): 573-588.
2. Akalın B, Veranyurt Ü. Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. *Acta Infologica*, 2021; 5(1): 231-240. doi:10.26650/acin.850857.
3. Ölçer İ, Yılmaz A. Yapay zekanın cerrahi uygulamalara entegrasyonu. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2020;13(2):21-27. doi: 10.20854/buj-se.873770.
4. Razavian N, Knoll F, Geras KJ. Artificial Intelligence Explained for Nonexperts. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 2020; 24(1):3-11. doi:10.1055/s-0039-3401041.
5. Bitterman DS, Miller TA, Mak RH. et al. Clinical natural language processing for radiation oncology: A Review and Practical Primer. *International Journal Of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 2021;110(3):641-655. doi:10.1016/j.ijrobp.2021.01.044.
6. Chan HP, Samala RK, Hadjiiski LM. et al. Deep learning in medical image analysis. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2020; 1213:3-21. doi:10.1007/978-3-030-33128-3_1.
7. Kubat M. Artificial neural networks. In: An Introduction to Machine Learning. Springer, Cham. 2017. 04/07/2022 tarihinde https://doi.org/10.1007/978-3-319-63913-0_5 adresinden ulaşılmıştır).
8. Tack C. Artificial intelligence and machine learning | applications in musculoskeletal physiotherapy. *Musculoskeletal Science & Practice*, 2019; 39:164-169. doi:10.1016/j.msksp.2018.11.012.
9. Akalın B. Yapay zeka ile ilgili temel kavramlar. In: Akalın B (ed.) Sağlık Hizmetleri ve Yönetiminde Yapay Zeka. 1.baskı. İstanbul: Hiperyayın; 2020. p.60-72.
10. Wang F, Preininger A. AI in health: state of the art, challenges, and future directions. *Yearbook Of Medical Informatics*, 2019;28(1): 16-26. doi:10.1055/s-0039-1677908.
11. Kumar A, Gadag S, Nayak UY. The beginning of a new era: artificial intelligence in healthcare. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 2021; 11(3): 414-425. doi: 10.34172/apb.2021.049.
12. Bohr A, Memarzadeh K. The rise of artificial intelligence in healthcare applications. *Artificial Intelligence in Healthcare*, 2020;(1): 25-60. doi:10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2.
13. Schiefer LM, Treff G, Treff F, et al. Validity of peripheral oxygen saturation measurements with the garmin fēnix® 5x plus wearable device at 4559 m. *Sensors*, 2021;21(19): 6363. doi:10.3390/s21196363.
14. Knaup P, Benning NH, Seitz MW. et al. eHealth and clinical documentation systems. *Studies in Health Technology And Informatics*, 2020; 25(274):174-188. doi:10.3233/SHTI200676.
15. Kaur C, Garg U. Artificial intelligence techniques for cancer detection in medical image processing: A review. *Materials Today: Proceedings*, 2021;1-4. doi:10.1016/j.matpr.2021.04.241.

16. Liu X, Chen K, Wu T, et al. Use of multi-modality imaging and artificial intelligence for diagnosis and prognosis of early stages of alzheimer's disease. *Translational Research*, 2018;194: 56-67. doi:10.1016/j.trsl.2018.01.001.
17. Ibrahim E, Gamble P, Jaroensri R. et al. Artificial intelligence in digital breast pathology: Techniques and applications. *Breast*, 2020; 49: 267-273. doi:10.1016/j.breast.2019.12.007.
18. Benet D, Pellicer-Valero OJ. Artificial Intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. *Survey of Ophthalmology*, 2021; 67(1): 252-270. doi:10.1016/j.survophthal.2021.03.
19. Young AT, Xiong M, Pfau J, et al. Artificial intelligence in dermatology. *The Journal of Investigative Dermatology*, 2020; 140(8):1504-1512. doi:10.1016/j.jid.2020.02.026.
20. Niel O, Bastard P. Artificial Intelligence in nephrology: core concepts, clinical applications, and perspectives. *American Journal of Kidney Diseases: The Official Journal of The National Kidney Foundation*, 2019;74(6): 803-810. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.05.020.
21. Moingeon P, Kuenemann M, Guedj M. Artificial intelligence-enhanced drug design and development: Toward a computational precision medicine. *Drug Discovery Today*, 2021; 27(1):215-222. doi:10.1016/j.drudis.2021.09.006.
22. Eşkin Bacaksız F, Yılmaz M, Ezizi K. vd. Sağlık hizmetlerinde robotları yönetmek. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetim Dergisi*, 2020; 3(7): 458-465.
23. Altınok Ersoy, N. Yapay zeka ve hemşirelik. *3 nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT 2019)*, 11-13 Ekim 2019, Ankara, (pp.125-126).
24. Nordlinger B. Surgery and artificial intelligence: Just around the corner? *Journal of Visceral Surgery*, 2021;158 (3): 4-5. doi:10.1016/j.jviscsurg.2021.01.007.
25. Zhou XY, Guo Y, Shen M. et al. Application of artificial intelligence in surgery. *Frontiers of Medicine*, 2020;14(4):417-430. doi:10.1007/s11684-020-0770-0.
26. Martinho A, Kroesen M, Chorus C. A healthy debate: Exploring the views of medical doctors on the ethics of artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2021; 121: 102190. doi:10.1016/j.artmed.2021.102190.
27. Patel V, Shah MA. Comprehensive study on artificial intelligence and machine learning in drug discovery and drug development. *Intelligent Medicine*, 2021; 2-7. doi:10.1016/j.imed.2021.10.001.
28. Akalın B, Veranyurt Ü. Sağlık 4. O ve sağlıkta yapay zekâ. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2022; 4(1): 57-64.
29. Gerke S, Minssen T, Cohen G. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. *Artificial Intelligence in Healthcare*, 2020;1 (1): 295-336. doi:10.1016/B978-0-12-818438-7.00012-5.
30. Güvercin CH. Tıpta yapay zekâ ve etik. In: Ekmekçi PE (ed.) *Yapay Zekâ ve Tıp Etiği*, 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri. 2020. p.7-13.

31. Sunarti S, Rahman FF, Naufal M, et al. Artificial intelligence in healthcare: opportunities and risk for future. *Gaceta Sanitaria*, 2021; 35(1):67-70.
32. Kayıran HF. Yapay zekâ ve yapay zekânın hukuki sorumluluğu. *Türk Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 2020;1(1):56-74. doi:10.51243/SAKA-TJ-MER.2020.4.