

Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi

Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences

COVID-19 Sürecindeki Yapay Zeka, Dijital Sağlık Tanı ve Tedavisindeki Gelişmeler

Advances in Artificial Intelligence and Digitalization in Health

Leyla TÜRKER ŞENER^{*1}, Dila Naz BOZKAYA², Tuğçe KITIR³

ÖZET

21. yüzyılda nesnelerin interneti teknolojisinin ilerlemesi ile yapay zeka kavramı daha geniş bir alana yayılmıştır. Yapay zeka ile doğadaki varlıkların akıllı davranışları yapay olarak üretilmektedir. Yapay zeka teknolojileri olarak; uzman sistemler, bulanık mantık, makine öğrenmesi, yapay sinir ağları kullanılır. Yapay zeka, tıp alanında tanı ve sürecin tanımlanmasında kullanılır.

Yapay zeka ile birlikte yapay zeka (AR), sanal zeka (VR), hologram, giyilebilir teknoloji gibi kavramlar önem kazanmıştır. Bu kavramların önem kazanmasının yanında sağlıkta büyük veride yaşanan sorunlar da vardır. Bu çalışmada nesnelerin interneti ve sağlık alanında AR, VR gibi teknolojilerin kullanımı, büyük veri kavramının sağlık alanında kullanım avantajları ve dezavantajları, yapay zeka ve yapay zekanın bazı hastalıkların tanısında ve teşhisinde kullanılması ve gelecekte sağlık alanındaki teknolojik gelişmeler ve öngörüler anlatılmıştır. Sağlık alanındaki gelişmeler ile ilişkili olarak pandemi döneminden örnekler verilmiştir. COVID-19 tespiti için yapılan yapay zeka tabanlı sistemler ile dijital çağa uyum sağladığımız görülmüştür. Sonuçlar bize gelecekte yapay zekanın gelişmesiyle birlikte yeni ilaçların keşfinin hızlı bir şekilde olacağı, oluşabilecek hastalıkların tanı ve tedavisinin daha önceden tespit edilebileceği, hasta kontrollerinin daha hızlı ve daha sık gerçekleştirilebileceği, sağlık personel yükünün hafifleyeceği, küresel sorunların çözümlerinin çok daha hızlı bir şekilde bulunabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler- COVID-19; Teletıp; Yapay zeka; Sağlık; Büyük veri

ABSTRACT

With the advancement of Internet of Things (IoTs) technology in the 21st century, the concept of artificial intelligence (AI) has taken a wider place. Intelligent behaviors of livings are produced artificially with AI. Expert systems, fuzzy logic, machine learning, artificial neural networks are used as AI technologies. AI is used in the healthcare field to diagnose and define the process.

Along with AI, concepts such as Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), hologram, wearable technology have gained importance. Besides the importance of these concepts, there are also major problems related to big data in medicine. In this study, IoTs and the use of technologies such as AR and VR, the advantages and disadvantages of using big data in the

Received / Geliş	18.10.2021
Accepted / Kabul	03.02.2022
Publication Date	26.04.2022

***Sorumlu Yazar**
Corresponding Author

***Leyla TÜRKER ŞENER**
¹Istanbul Üniversitesi,
İstanbul Tıp Fakültesi,
Biyofizik Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID iD: 0000-0002-7317-9086
leylasen@istanbul.edu.tr

Dila Naz BOZKAYA
²Istanbul Üniversitesi,
Fen Fakültesi

ORCID iD: 0000-0002-4689-0251

Tuğçe KITIR
³Istanbul Üniversitesi,
İstanbul Tıp Fakültesi

ORCID iD: 0000-0001-5282-9759

Telif Hakkı (c) 2022 Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi
(Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences)

Bu Çalışma Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International Licence ile Lisanslanmıştır.

to big data in medicine. In this study, IoTs and the use of technologies such as AR and VR, the advantages and disadvantages of using big data in the field of healthcare, the use of artificial intelligence and artificial intelligence in the diagnosis of some diseases, and future technological developments and predictions in the field of healthcare are explained. Examples from the pandemic period are given in relation to developments in the field of healthcare. It has been observed that we have adapted to the digital age with AI-based systems for the detection of COVID-19. The results have shown that with the development of AI in the future, the discovery of new drugs will be rapid, the diagnosis and treatment of the diseases that may occur can be detected earlier, patient controls can be performed faster and more often, the burden on health staff will be reduced, and solutions to global problems can be found much faster.

Key Words-COVID-19; *Telemedicine; Artificial intelligence; Health; Big data*

GİRİŞ

21. yüzyıl ile birlikte teknoloji, internetin giderek yaygınlaşması ve hızlanması ile birlikte dijitalleşme yönünde büyük bir gelişme göstermektedir. Teknolojinin bu yönlü gelişiminden günlük hayatımız ve birçok sektör gibi sağlık sektörü de etkilenmektedir. Bu etkinin sağlık alanındaki yansımaları sanal gerçeklik (Virtual Reality - VR), artırılmış gerçeklik (Augmented Reality - AR), hologram, giyilebilir teknolojiler, yapay zeka ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerde görmek mümkündür.

Sanal bir dünya oluşturarak veya mevcut dünyanın üzerine sanal bir görüntü giydirerek, gerçek dünya ile sanal dünyayı birleştiren VR, AR, hologram gibi teknolojiler ilk olarak oyun dünyasında daha sonra sağlık alanında, özellikle de tıp eğitimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (1-4).

Gelişen teknoloji ile birlikte üretilen çiplerin boyutları küçülmüş, tükettikleri enerji miktarları azalmış ve sağlık alanında internetin efektif bir şekilde kullanılmaya başlanması ile birlikte hasta durumunun uzaktan ve anlık olarak takibi, erken tanı gibi uygulamalarda, nesnelerin internetinden ve giyilebilir teknoloji ürünlerinden faydalanılmaya başlanmıştır (5-8).

Sağlık alanında nesnelerin internetinin ve giyilebilir teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması ile birlikte ortaya sağlıkta büyük veri kavramı doğmuştur. Oluşan büyük verinin işlenmesi ve analizleri ile sağlık sistemlerinin gelişimi sağlanmaktadır (9-11).

Sağlıkta büyük verinin oluşması yapay zeka kullanımının önünü açmıştır. Sağlıkta yapay zeka teknolojilerinin kullanılması ile birlikte diyabet, kanser gibi birçok hastalığın tanısının konulması (12-14) radyoloji ve elektrokardiyografi

(EKG) gibi karmaşık örüntülerin analizlerinin yapılabilmesi (15-17) ve erken teşhis sistemlerinin geliştirilmesi mümkün olmuştur (9). Nesnelerin interneti ve yapay zeka gibi teknolojilerin sağlıkta daha yaygın kullanılması ile birlikte gelecekte sağlık sistemlerinin verimliliğinin artması ve daha fazla kişiye ulaşması beklenmektedir (18,19).

Nesnelerin interneti ve sağlık alanında kullanılan teknolojiler

18. yüzyılda buhar makineleriyle Endüstri 1.0, seri üretim ve elektrik enerjisi sayesinde Endüstri 2.0, gerçekleşen dijital devrim ile Endüstri 3.0 ve en son nesnelerin interneti ile birlikte Endüstri 4.0 hayatımıza girmiştir (20). Birbirleri arasında haberleşebilen elektronik cihazların üzerine kurulan nesnelerin interneti teknolojisi, endüstri 4.0'ın gelişmesini etkileyen en büyük etkenlerden biridir. Nesnelerin interneti; akıllı ev uygulamaları, akıllı şehir uygulamaları, tarımsal üretim uygulamaları, mobilite ve taşımacılık sektörlerindeki uygulamalar ve sağlık uygulamalarıyla insanların hayatını kolaylaştırmaktadır (5).

İnsan hayatını kolaylaştıran nesnelerin interneti teknolojisinin insan üzerinden hızlı ve gerçek zamanlı bir şekilde veri toplaması, toplanan verilerin anlık olarak incelenip değerlendirilmesi gibi imkânlar tanınması sayesinde sağlık alanında bir takım avantajları vardır. Bunun yanında eğer bilgi güvenliği önlemleri alınmadan ve anonimleştirilmeden veriler paylaşırsa kişisel verilerin çalınması, değiştirilmesi gibi güvenlik zafiyetlerinden kaynaklanan dezavantajları bulunmaktadır (21).

Sağlıkta kullanılan nesnelerin interneti uygulamalarından olan giyilebilir teknoloji ürünleri; belirli bir grubun ihtiyaçlarını karşılamak için ve ayarlanmış görevleri yerine getirebilmek için basit bir ara yüzden oluşan estetik özelliklere sahip giyilebilir ürünlerdir (6). Giyilebilir teknolojinin kullanım alanları çok geniş kapsamlı olup sağlık, tıp, yaşlılık, eğitim, ulaşım, işletme, finans, oyun ve müzik gibi alanlarda kullanılır. Giyilebilir teknoloji verilerinin doğruluğu, geçerliliği, güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği geleneksel yöntemlerle toplanan verilerle karşılaştırılabilir olmalıdır. Giyilebilir cihazların en çok tekstil ürünlerine entegre olduğu görülmektedir (22). Giyilebilir teknoloji pazarı ise her geçen gün artmaktadır (23).

Giyilebilir teknolojilerin içinde bulunan akıllı dövme, akıllı telefonlar ve tarayıcılar gibi cihazlara bilgi taşıyabilen ve bu bilgileri aktarabilen yüksek teknoloji geçici dövme, giyilebilir ürünlerin kullanımı daha yaygın bir hale gelirse hayatımızdaki çeşitli süreçleri hızlandıracaktır (24). COVID-19 pandemi döneminde Northwestern Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada, boğaza takılan bir giyilebilir cihaz ile (Şekil1) COVID-19

semptomlarının erkenden belirlenerek hastaların izlenmesi sağlanmıştır (7).



Şekil 1. Giyilebilir Teknoloji Ürünü Northwestern Üniversitesi (7)

Giyilebilir teknoloji yapay zeka çözümlerinden de faydalanmaktadır. Bu kapsamda yapay zeka ile çalışan akıllı maske-lerden c-mask, insanların maske ile konuşurken birbirini duyamaması ve anlayamaması dolayısıyla birbirine yaklaşmasını bir sorun olarak görüp bu sorunu çözmek için tasarlanmış olup Bluetooth aracılığıyla telefona bağlanabilme, konuşurken çeviri yapabilme, konuşulanları mesaj olarak gönderebilme gibi özellikleri sayesinde günlük hayatımızı kolaylaştırmaktadır (25). Bunların yanında, bilgisayar orta-

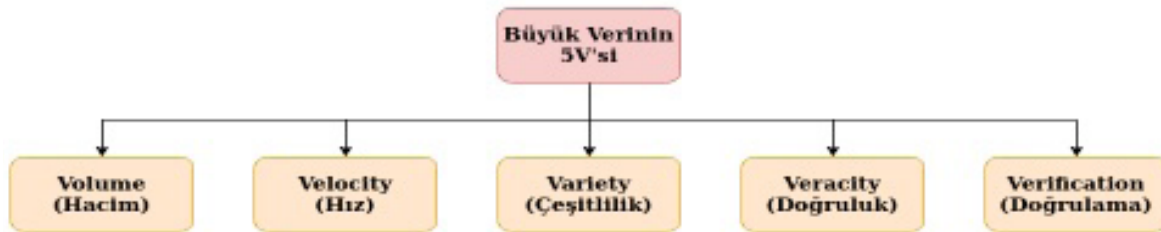
mında sanal bir dünya oluşturularak tıp eğitimi, nörodejeratif bozuklukların rehabilitasyonu gibi kullanım alanları olan sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, sanal dünya ile gerçek dünyayı birleştiren ve tıp eğitimi, omurga cerrahisi gibi alanlarda kullanılan artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi ve sanal dünyayı gerçek dünyaya taşıyan hologram teknolojisi sağlıkta kullanılmaktadır (1-3).

Sağlıkta büyük veri

Büyük veri, bir sistemde işlenmeyen büyük hacimli veri kümeleridir. Geleneksel yöntemler ile büyük verinin işlenmesi oldukça zor olması nedeniyle büyük verileri işlemek için büyük veri tekniklerinden yararlanır (11). Gelişen teknoloji ve büyük veri ile birlikte sağlıkta yapay zekanın kullanımı da artmıştır. Daha detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

Büyük veri analizi büyük miktarlarda veri kümeleri içerir ve büyük veri 5V kavramı ile açıklanır: Volume (hacim), Velocity (hız), Variety (çeşitlilik), Veracity (doğruluk), Verification (doğrulama) (26).

Büyük veri kullanılarak oluşan verilerin, günlük hayatımızı kolaylaştırması veya ilgili sektörlere fayda sağlaması amacı ile çeşitli metodlar kullanılarak büyük veri analizleri elde edilmektedir. Büyük veri analizinde en önemli olan noktalardan biri mevcut veri kümesinden anlamlı ve değerli bilgiyi elde etmektir (9). Sağlık hizmetlerinde; klinik veriler, klinik referanslar, genomik veriler, akışlı veriler (Streamed



Şekil 2. Büyük Verinin 5V'si(26)

data), web ve sosyal ağ verileri, işletme verileri, organizasyonel ve harici veriler büyük veri kaynakları olarak kullanılmaktadır.

Büyük veri, sağlık ve sağlık sistemlerine yardımcı olmak amacıyla yapılacak analizler sonucunda bir olgu üzerine anlam çıkarılması ile sağlık sistemlerinin gelişmesine olumlu yönde katkı sağlar ve süreçleri hızlandırır (10). Büyük veri ve nesnelerin interneti teknolojilerinin sağlık alanına getirdiği avantajların yanı sıra birçok uç cihazdan veri toplanmaya çalışılması neticesinde oluşan veri trafiğinin internet alt yapılarında oluşturduğu darboğazlar, verilerin hacminin bü-

yük olması nedeniyle verilerin işlenmelerinin uzun sürmesi, verilerin saklanması ve yedeklenmesi gibi bir takım teknik zorlukları da yanında getirmektedir (11).

Sağlıkta yapay zeka

Yapay zeka, doğadaki varlıkların akıllı davranışlarını yapay olarak üretmeyi amaçlamaktadır. Yapay zeka ile ilgilenen araştırmacıların en önemli hedeflerinden biri ise insan düşünce yapısını ve karar verme yetisini modellemektir. Yapay zeka teknolojileri olarak; uzman sistemler, bulanık mantık, makine öğrenmesive yapay sinir ağları kullanılmaktadır (9).

Yapay zeka; tıp alanında hastalıkların tanısı ve sürecin

planlanmasında kullanılmaktadır ve yakın gelecekteki gelişmelerle tedavi aşamasında da kullanılabilir. Oftalmoloji alanında geliştirilen algoritmayla diyabetik retinopati tanısı yüksek hassasiyetle tahmin edilebilmektedir. Yapılan çalışmada 75.137 fundus görüntüsü kullanılmış olup %94 duyarlılık ve %98 özgüllük elde edilmiştir (13). Sıklığı giderek artan bir malignite olan cilt kanseri teşhisinde, derin öğrenmeli sinir ağları kullanılarak yüksek yüzdelerde doğru tahminlerde bulunulmuştur. Çalışmada, 2032 farklı hastalıktan oluşan 129.450 klinik görüntü kullanılmıştır (12).



Şekil 3. Yapay Zeka(21)

Makine öğrenmesi

Makine öğrenmesi, çözülmek istenen problem için aynı ortamdaki verilerin kullanılıp modellenmesiyle sonuca ulaşılabilen algoritmalar bütünüdür. Makine öğrenmesinin knn, naive bayes, karar ağaçları, K-means gibi algoritmaları sayesinde tahmin, sınıflandırma ve kümeleme gibi karmaşık problemler çözülebilmektedir. Makine öğrenmesinin sağlık alanında da kullanımları mevcuttur (9,27).

Makine öğrenmesi, tıbbi teşhis karar destek sisteminde, onkoloji analizlerinde, prostat kanserinde biyopsi sonrası sağkalımı saptamak ve derecelendirmede de kullanılmaktadır. Makine öğrenmesinin bir alt türü olan derin öğrenme; özellik çıkartma ve sınıflandırma, kümeleme ve nesne tespiti işlemlerini tek bir algoritmaya, sisteme indirgenmesidir.

Sağlıkta yapay zeka uygulamaları

Bilgisayarların artan işlem gücü ile yapay zekanın günlük ve profesyonel hayatımızda önemli bir rol oynadığı ve ayrıca kardiyoloji, kardiyovasküler cerrahi (KVC), radyoloji ve tıbbi görüntüleme gibi sağlık sektörünün birçok dalında da aktif

olarak fayda sağladığı görülmüştür.

Kardiyoloji ve KVC bölümlerinde yapay zeka sistemlerinin kullanımı öncelikli olarak elektrokardiyografi (EKG) yorumlama çalışmalarıyla başlamıştır. Hannun ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (15), yapay sinir ağları kullanılarak okunan EKG'de aritmi tanısının 0,97'lik bir doğrulama ile tespit edilebildiği gösterilmiştir. Yapısal kalp hastalıklarının doğru teşhisi için ekokardiyografi modellemesi yapan Zhang ve arkadaşları (16), konkordansının >0.85 olduğunu tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada (28), mevcut yöntemlerin kullanımı anatomik bölge sebebiyle sınırlandırılmış olan yapısal kalp hastalığının teşhisi amaçlanmıştır. 3B modelleme ile üzerinde çalışılabilir, tekrarı mümkün, hekim eğitimine destek odaklı çalışmalar ortaya çıkarılarak tedavi süreci kolaylaştırılmaya çalışılmıştır. Oikonomou ve arkadaşları (17) radyomik imza yöntemi kullanarak koroner inflamasyon, ateroskleroz durumlarında kardiyak riskin tahminini yapabilen yapay zeka algoritması geliştirmiş, üç farklı çalışma grubuyla ilerleyip perivasküler yağ dokusu incelenerek risk değerlendirmesi yapmışlardır. Kullanacakları bu yöntemin kardiyak risk tahmininin yüksek olacağını öngörmüş olup birinci çalışma grubunda kardiyak cerrahi geçirmiş 167 hastadan yağ dokusu biyopsileri alınmıştır. İkinci çalışma grubunda son 5 yıl içinde tomografi ile destekli major kardiyak olay geçirmiş 101 hastadan 1391 koroner PVAT analiz edilmiş ve 1575 katılımcıda FRP (Yağ Radyomik Profili) imzası test edilmiştir. Üçüncü çalışma grubunda ise AMI (Akut Miyokard İnfarktüsü) ile başvuran 44 hasta değerlendirilmiştir. Bu çalışmada koroner arterin tomografi tabanlı radyomik profili olan PVAT (Perivasküler Adipoz Doku) ve yapay zeka destekli görüntüleme biyobelirtici (FRP), kardiyak risk tayininde anlamlı yüksek bulunmuştur.

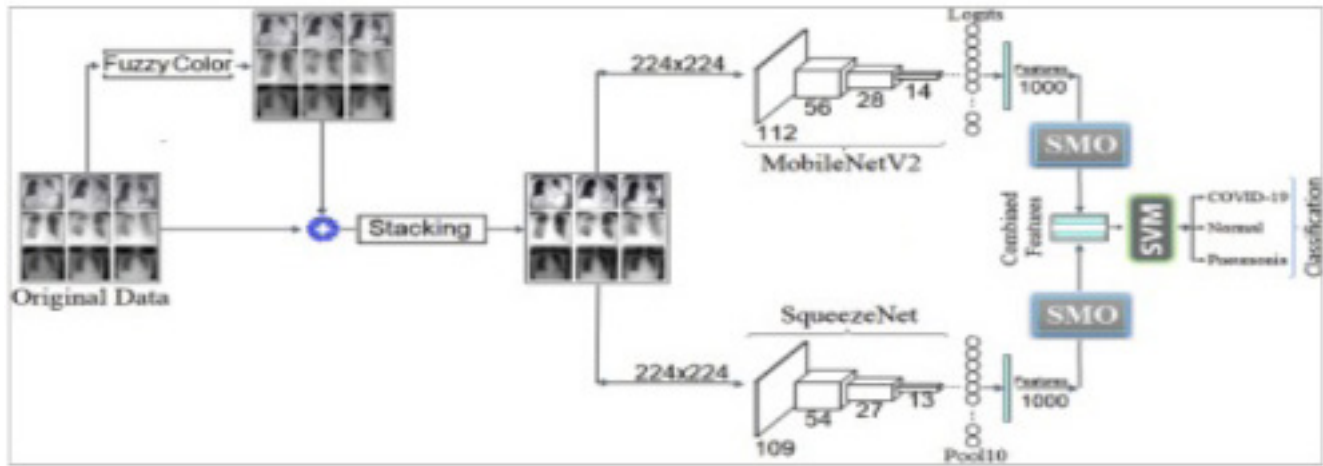
Göğüs ağrısı ile acil servislere başvuran hastalarda göğüs ağrısının koroner ateroskleroza bağlı olup olmadığını anlamak için geliştirilen yapay zeka algoritmasının CCTA değerlendirmesinde (17) koroner ateroskleroza bağlı olmayan göğüs ağrısı şikayetli hastaların yüksek negatif (%95) tahmin değeriyle tespit edilebildiği gösterilmiştir.

Radyoloji alanında yapay zeka sistemlerinin kullanımı giderek artmakla birlikte tıbbin farklı dallarına da yardımcı olmuştur. COVID-19 salgınıyla birlikte bilinirliği artan pnömoni hastalığı özellikle pediatrik popülasyonda ciddi mortalite oranına sahiptir. Borrego ve arkadaşları (29) göğüs röntgeni ile pediatrik hastalarda pnömoniyi yapay zeka tabanlı öğrenme modeliyle teşhis etmeye çalışan algoritma geliştirmiş, 5 ile 17 yaşındaki çocuklardan toplam 194 göğüs röntgeni görüntüsü toplanmıştır. Bu görüntülerdeki 78 vaka gerçek pnömoni olup kıdemli radyolog, yapay zeka desteği olmadan %91 duyarlılıkla 71 gerçek pnömoni vakasını tespit etmiştir. Tek başına yapay zeka ise 65 gerçek pnömoni vakasını yakalayabilmiş olup duyarlılığı % 83,3'tür. Kıdemli

radyolog, yapay zeka desteği alarak vaka tahmini yaptığında duyarlılık % 96,2'ye yükselmiştir. Çalışma sonunda kıdemli radyologlarla yapay zekanın pozitif teşhis yüzdeleri karşılaştırması yapıldığında, pediatrik popülasyonda kullanılabilirliğinin özellikle uzman ve yapay zekanın ortak çalışmasıyla en yüksek bulunduğu gösterilmiştir.

Yapay zeka, radyoloji bölümünde görüntü okumada ko-

laylık sağlamaktadır. Dames ve arkadaşları (30) üç boyutlu kardiyak hareketleri izleyerek tanısı yeni konulmuş pulmoner hipertansiyon için sağkalımı, konvansiyonel risk faktörlerinden bağımsız olarak tespit edebilmiştir. Pulmoner hipertansiyon tanısını yeni almış 266 hastada sağ ventrikül hareketlerinin üç boyutlu modeli üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Hareket veri setlerinden çıkarılan analizde, p



Şekil 4. Koronavirüs için Mesut Toğaçar ve diğerlerinin yaptıkları çalışmada geliştirilen ve önerilen model (36)

<0.01 ile sağkalım tahminini mümkün kılmıştır. Yapay zeka, büyük veri gruplarını kullanıp öğrenme gerçekleştirdiği için özellikle patoloji ve radyoloji dallarında başarıyla kullanılmaktadır.

Görüntüleme ve preparat tanımanın yanında klinik sinirbilim alanında da yapay zekadan faydalanılmıştır. Mathotarachchi ve arkadaşları (31) makine öğrenmesi ve amiloid pozitron emisyon sintigrafisi kullanarak %84 tanısal doğruluk elde etmiştir. Yüksek doğruluğu ile bu algoritma erken evredeki Alzheimer tipi demans hastalarını tespit edebilmektedir.

Öngörülebilir görme kayıplarını engellemek amacıyla diyabetik retinopati tanısı için geliştirilen algoritma (13) ile diyabetik retinopati tanısı %94 hassasiyet ve %98 özgüllük ile konulabilmiştir. Long ve arkadaşları (32) yaptıkları çalışmada, derin öğrenme kullanan bir yapay zeka ajanının, hastalar üzerindeki klinik denemede konjenital kataraktlar için doğru teşhis ve tedavi kararları verdiğini göstermişlerdir. In silico testi, klinik deneme ve web sitesi tabanlı üç farklı yöntemle yapılan çalışmada tanımlama ağlarında sırasıyla %98,87, %98,25 ve %92,45 tanısal doğruluk elde etmiştir. Esteva ve arkadaşları (14), sık karşılaşılan insan malignitelerinden biri olan cilt kanserine yönelik 2032 farklı hastalığı içeren 129.450 deri lezyonunun klinik görüntülerinin veri kümesiyle derin öğrenme kullanılarak cilt kanseri teşhisinde dermatologlarla yapılan karşılaştırmada uzman doktorlarla aynı hassaslıkta sonuçlar alındığını göstermişlerdir.

Kadın doğum alanında IVF (In Vitro Fertilizasyon) tedavisinde embriyoların yaşama ihtimalinin tespitinde optik ışık mikroskobu ile görüntüleme yapılmakta olup tespit için geliştirilen yapay zekanın karşılaştırılma çalışmasında pilot aşamadan uygulanabilirliğe kadar inceleme yapılmıştır. Yapay zeka algoritmasının giderek kendini geliştirdiği ve uygulamada kullanılabilirliği gösterilmiştir. Çalışmada aşamalar arasında bulunabilecek mevcut farklılıkların demografik özellikler ve IVF ile ilgili olabileceği tespit edilmiştir. Çalışmada 11 farklı IVF kliniğinden toplam 8.886 embriyo incelenmiştir. Cansız embriyolar için %60,5 ve canlı embriyolar için %70,1 duyarlılık gösterilmiştir. Embriyologlar ile karşılaştırılması yapıldığında, yapay zeka %24,7'lik bir üstünlük sağlamıştır (33).

Acil servislere hızlı tanı koyulup müdahale edilmesi gereken tıbbi durumlar içinde yer alan sepsis teşhisine yönelik geliştirilen yapay zeka modeli ile gerçek zamanlı tanı sağlanmış, 0,364'lük klinik fayda skoru gösterilmiş ve YBÜ (Yoğun Bakım Ünitesi) dahil olmak üzere farklı alanlarda kullanıma sunulmuştur (34). Yapay zeka kullanımının merak edilen departmanlarından biri olan cerrahide, robotik sistemler daha çok gündemde bulunsun da ameliyathane tasarımlarının yapay zeka ile entegrasyonunun sağlanması sadece cerrahi departmanını değil bina içerisindeki diğer alanları da olumlu etkileyip işlem kolaylığı sağlayacağı öngörülmüştür. Shademan ve arkadaşları (35) robotik cerrahi girişimlerin kullanımının artmasıyla kontrolün tamamen robotlarda oldu-

ğu operasyonların mümkün olduğunu, domuz ince bağırsağını dikme girişimini aynı uygulamayı yapan insan cerrahlara göre robotların daha başarılı gerçekleştirdiğini bildirmiştir. Çalışmada başarı kriterleri olarak ortalama sütür aralığı, hata sayısı, tamamlanma süresi ve bağırsak anastomozlarında dikey tutarlılığı karşılaştırılmıştır.

Mesut Toğaçar ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada (36), yapay zekanın alt dalı olan derin öğrenme kullanılarak COVID-19 hastalığının tespitinin mümkün olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada Koronavirüs, pnömoni ve normal radyografi görüntüleri kullanılarak veri kümesi oluşturulmuş ve veri kümesi Şekil 4'te gösterilen şekilde derin öğrenme modeli ile eğitilmiştir. Çalışmanın ön işleminde bulanık renk tekniği uygulanmıştır. Yığılan veri kümesi derin öğrenme modeli ile eğitilmiş, elde edilen setler sosyal mimik optimizasyon yöntemiyle işlenmiş, SVM (Support Vector Machine) kullanılarak birleştirilip sınıflandırılmıştır. Önerilen model (Şekil 4) COVID-19 hastalığı tespiti için kullanıma sunulmuştur.

Sağlıkta gelecek

Yapay zeka sağlık alanında tanı, tedavi, bakım hizmetleri başta olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. Yapay zekanın geliştirdiği algoritmalar, klinik u Erping Longygulamalar ve araştırma laboratuvarlarında kullanılmaktadır ancak aynı hızda gelişmemektedir. Bu durumun farkında olan firmalar, klinisyenlere yardımcı olabilmesi için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır. Gelişime ve değişime adapte olabilmek için sürekli öğrenim gerçekleştirebilen yapay zeka algoritmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapay zekanın sağlık alanında daha etkin kullanılmasıyla; yeni ilaçlar keşfedilecek, ortaya çıkabilecek hastalıkların tanısı ve tedavisi daha önceden belirlenebilecek, bireylerde oluşabilecek kalıtsal hastalıklar önceden belirlenip hastalığın açığa çıkması engellenebilecek, giyilebilir teknolojilerin daha fazla gelişmesiyle hasta kontrolleri daha hızlı gerçekleştirilecek, doktorların ve sağlık personellerinin yükü hafifleyecek, oluşacak herhangi bir küresel sorunun çözümü çok daha hızlı bulunabilecektir (21). Ayrıca yapay zeka ile gelecekte kanıta dayalı tıp içinde yer edinen hasta/hekim etik ilişkisi sorunlarına da çözüm bulunacağı beklenmektedir (19). Sağlık sistemlerinin veriminin artırılabilmesi için klinik ve laboratuvar sistem entegrasyonu yanında bakım ve kontrol hizmetleri, hizmet verilen kitleye ulaşım ve kullanım kolaylığı sağlanması beklenmektedir (18).

Robotik girişimler, cerrahi alanda hasta-cerrah mekansal farkını uzaktan kontrol edilebilir sistemlerle ortadan kaldırmasının yanında aynı hasta üzerindeki girişimlerde mevcut yapının daha derinine ulaşabilme avantajıyla operasyonu

hasta ve hekim için kolaylaştırmış olacaktır (37). Otomasyon sistemlerinde sağlanacak ilerlemeler ile hasta ve malzemenin kayıt, ödeme ve bilgilendirme sistemleri yardımıyla hayatımızın daha da kolaylaşacağı düşünülmektedir (38).

Ayrıca tartışılan konulardan biri sağlık alanında yapay zeka teknolojilerinin gelişimidir. Yapay zeka alanında yapılan çalışmalar makine öğrenmesi temelli ilerlediği için özellikle patoloji ve radyoloji gibi görüntü işleme ve tanıma alanlarında hızlı ilerlese bile esas olarak pratik hayatta kullanıma girme hızı, adaptasyon zamanı tam olarak bilinmemektedir (18,19,37,38). Rehabilitasyon hizmetleri, psikiyatride anksiyete, travma sonrası stres bozuklukları ve çeşitli fobilerin tedavisinde, onkolojide psikolojik destek ve kemoterapi ağrılarının kontrolü gibi birçok sağlık durumunda kullanılmaya başlanan VR, AR sistemlerinin gelecekte özellikle tıp eğitiminde kullanımının artması beklenmektedir. Böylece öğrenci ve hekimlerin pratik yapma ve görsel algılamaları desteklenmiş olacaktır (39). Biyosensörlerin gelişimiyle VR ve AR ile sağlık problemlerinin sayısının azalacağı öngörülmektedir.

Giyilebilir teknolojinin bileklik, saat, kulaklık ve sanal uygulamaları ile nabız sayısı, tansiyon, oksijen saturasyonu, mevcut sağlık verilerinin takibinde kullanımı özellikle kardiyoloji bölümü için güncel veri akışını sağlamaktadır. Giyilebilir biyosensörlerin kullanıma girmesi ve ihtiyaçlara göre geliştirilmesi, yara bakımının önem arz ettiği kronik hastalık ve süreçlerde (diabetes mellitus, yaşlılık, vasküler yetersizlik) ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla tasarlanan esnek biyosensörlerin yara bakımı teknolojisinin önünü açması öngörülmektedir (40).

Yapılan araştırmada, 2016 ve 2018 yıllarında sağlık tüketicilerinin sağlığını yönetmek için kullandığı dijital alanlara bakıldığında 2 yıl içerisinde sağlık alanında kullanılan mobil uygulamalar, giyilebilir teknoloji ürünleri, online komüniteler, elektronik sağlık araçları ve akıllı ürünlerin kullanım oranının arttığı, ancak web sitelerinin kullanımında 2016'ya göre 2018 verilerinde azalma olduğu görülmüştü¹. Bu bulgular doğrultusunda ilerleyen yıllarda sağlık alanında mobil uygulamalardan, nesnelere interneti ve giyilebilir teknoloji ürünlerinden daha fazla yararlanılacağı beklenmektedir (40-44).

Yapay zeka ve COVID-19

Yapay zeka pandemi döneminde virüsün ve varyantlarının modellenmesi, virüse etki edecek ilaçların modellenmesi, hastalığın epidemiyolojik seyrinin izlenmesi, tanı ve tedavide öne çıkmıştır (45-47).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Endüstri 4.0 ile nesnelere interneti kavramı hayatımıza girmiştir. Nesnelere interneti ile birlikte sağlık alanında giyilebilir teknolojiler ve yapay zeka kavramları günümüzde yerini

almıştır. Bunun dışında VR, AR, Hologram teknolojilerinin gelişmesinde katkı sağlamıştır (5). Ayrıca nesnelerin interneti kavramıyla birlikte büyük veri kavramı öne çıkmıştır. Büyük hacimli veri kümeleri ile birlikte sağlıkta yapay zekanın kullanımını da artmıştır (11).

Yapay zeka COVID-19 dönemi ile sağlık alanında daha etkin hale gelmiştir. Salgının seyrinin tahmininde kullanılmış, virüs varyantları ve virüsün modellenmesinde kullanılmıştır (45-47).

Gelecekte yapay zekanın gelişmesiyle birlikte yeni ilaçların keşfinin hızlı bir şekilde olacağı, oluşabilecek hastalıkların tanı ve tedavisinin daha önceden tespit edilebileceği, hasta kontrollerinin daha hızlı ve daha fazla gerçekleştirilebileceği, personel yükünün hafifleyeceği, küresel sorunların çözümlerinin çok daha hızlı bir şekilde bulunabileceği düşünülmektedir (21). Ayrıca hasta-doktor etik sorunlarının çözüleceği öngörülmektedir (19). Sağlıkta yapay zeka hızlı bir şekilde gelişmektedir fakat pratik olarak hayatta kullanıma girme süresi ve hayata adaptasyon süresi tam olarak bilinmemektedir.

KAYNAKLAR

- Mantovani F, Castelnovo G, Gaggioli A. Virtual reality training for health-care professionals. *Cyberpsychol Behav.* 6(4):389-95. 2003. doi: 10.1089/109493103322278772.
- Orlosky J, Itoh Y, Ranchet M. Emulation of Physician Tasks in Eye-Tracked Virtual Reality for Remote Diagnosis of Neurodegenerative Disease in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2017. vol. 23, no. 4, pp. 1302-1311. doi:10.1109/TVCG.2017.2657018.
- Zhu E, Hadadgar A, Masiello I and Zary N. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *PeerJ*, 2, e469. 2014. doi:10.7717/peerj.469
- Hainke C and Pfeiffer T. Adapting virtual trainings of applied skills to cognitive processes in medical and health care education within the DiViDaG project. *DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.* 2020
- Gündüz MZ and Daş R. Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24(2), 327-335, 2018. doi:10.5505/pajes.2017.89106
- Wilson S and Laing R. *Wearable Technology: Present and Future*. Conference: 91st World Conference of The Textile Institute At: Leeds, UK, July 2018. Available from: https://www.researchgate.net/publication/327542210_Wearable_Technology_Present_and_Future
- Northwestern. Monitoring COVID-19 from hospital to home: First wearable device continuously tracks key symptoms [Internet] May 2020 [cited 2020 August 25] Available from: <https://news.northwestern.edu/stories/2020/04/monitoring-covid-19-from-hospital-to-home-first-wearable-device-continuously-tracks-key-symptoms>
- Köse G. ve Kurutkan MN. Sağlık Hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti Uygulamalarının Bibliyometrik Analizi . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , (27) , 412-432 . 2021. doi: 10.31590/ejosat.86800
- Atalay M ve Çelik E. Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları - Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Big Data Analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172. 2017. doi: 10.20875/makusobed.309727
- Habl C, Renner AT, Bobek J. Study on Big Data in Public Health, Telemedicine and Healthcare Final Report . 2016.
- Gupta B, Kumar A, and Dwivedi RK. Big Data and Its Applications—A Review, 2018 International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCN) ,pp. 146-149., IEEE.
- Estava A, Kuprel B, Novoa RA. Dermatologist level classification of skin cancer with deep neural networks. 2017. doi:10.1038/nature21056.
- Gargeya R and Leng T. Automated identification of diabetic retinopathy using deep learning. *Ophthalmology*, 2017. 124(7), 962-969. doi:10.1016/j.ophtha.2017.02.008.
- Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* 542, 115–118. 2017. doi: 10.1038/nature21056.
- Hannun AY, Rajpurkar P, Haghpanahi M. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. *Nat Med* 25, 65–69. 2019. doi: 10.1038/s41591-018-0268-3.
- Zhang J, Gajjala S, Agrawal P. Fully automated echocardiogram interpretation in clinical practice: feasibility and diagnostic accuracy. *Circulation*, 2018. 138(16), 1623-1635. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034338.
- Oikonomou EK, Williams MC, Kotanidis CP. A novel machine learning-derived radio transcriptomic signature of perivascular fat improves cardiac risk prediction using coronary CT angiography. *European heart journal*, 2019. 40(43), 3529-3543. doi: 10.1093/eurheartj/ehz592.
- Aronson S and Rehm H. Building the foundation for genomics precision medicine. *Nature*, 2015. 526, 336–342 doi: 10.1038/nature15816.
- Rysavy M. Evidence-based medicine: a science of uncertainty and an art of probability. *AMA Journal of Ethics*, 2013. 15(1), 4-8. doi: 10.1001/virtualmentor.2013.15.1.fred1-1301.
- Büyükkalaycı G and Karaca HM. Pazarlama 4.0: Nesnelerin İnterneti. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 2019. 54(1), 463-477. doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.19.03.1105
- Büyükgöze S ve Dereli E. Dijital Sağlık Uygulamalarında Yapay Zeka. VI. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık, 07-10, 2019.
- Park S and Jayaraman S. Enhancing the Quality of Life through Wearable Technology. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 22(3), 2003. 41-48. doi: 10.1109/MEMB.2003.1213625
- Mordor Intelligence. (2019). Akıllı giyilebilir teknoloji ürünleri pazarı - büyüme, Trendler, and tahminler.
- GCF Global. Giyilebilir teknoloji ürünlerinin artı ve eksileri. [Internet] 2019 [cited 2020 January] Available from: <https://edu.gcfglobal.org/en/wearables/pros-and-cons-of-wearable-technology/1>
- Designboom. C-mask, a smart face mask that can translate and transcribe for you [Internet] July 2020 [cited 2021 January] Available from: <https://www.designboom.com/design/donut-robots-c-mask-internet-connected-07-07-2020/>
- Altındiş S ve Kıran M. Sağlık Hizmetlerinde Büyük Veri. *Academic Review of Economics and Administrative Sciences*, 2018. 11(2), 257-271. doi: 10.25287/ohuiibf.366227

27. Sevli O. Göğüs Kanseri Teşhisinde Farklı Makine Öğrenmesi Tekniklerinin Performans Karşılaştırması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2019. (16), 176-185. doi: <https://doi.org/10.31590/ejosat.553549>
28. Wang D, Qian Z, Vukicevic M. 3D Printing, Computational Modeling, and Artificial Intelligence for Structural Heart Disease. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2020. doi:10.1016/j.jcmg.2019.12.022
29. Borrego P, González EL, Sousa P. The role of deep learning-based artificial intelligence diagnostic system in detecting pediatric pneumonia with Chest x-ray in the clinical practice. *European Congress of Radiology*, 2020. doi:10.26044/ecr2020/C-10039.
30. Dawes TJ, de Marvao A, Shi W. Machine learning of three-dimensional right ventricular motion enables outcome prediction in pulmonary hypertension: a cardiac MR imaging study. *Radiology*, 2017. 283(2), 381-390. doi: 10.1148/radiol.2016161315.
31. Mathotaarachchi S, Pascoal TA, Shin M, et al. Identifying incipient dementia individuals using machine learning and amyloid imaging. *Neurobiology of aging*, 2017. 59, pp: 80-90. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2017.06.027.
32. Long E, Lin H, Liu Z. An artificial intelligence platform for the multihospital collaborative management of congenital cataracts. *Nat Biomed Eng*, 2017. 1(2), 1-8 . doi:10.1038/s41551-016-0024
33. VerMilyea M, Hall JMM, Diakiw SM. Development of an artificial intelligence-based assessment model for prediction of embryo viability using static images captured by optical light microscopy during IVF. *Human Reproduction*, 2020. 35(4), 770-784. doi: 10.1093/humrep/deaa013.
34. Yang M, Liu C, Wang X. An Explainable Artificial Intelligence Predictor for Early Detection of Sepsis. *Critical care medicine*, 2020. doi:10.1097/CCM.0000000000004550
35. Shademan A, Decker RS, Opfermann JD. Supervised autonomous robotic soft tissue surgery. *Science translational medicine*, 2016. 8(337), 337ra64-337ra64. doi:10.1126/scitranslmed.aad9398.
36. Toğaçar M, Ergen B, Cömert Z. COVID-19 detection using deep learning models to exploit Social Mimic Optimization and structured chest X-ray images using fuzzy color and stacking approaches. *Comput Biol Med*. 2020;121:103805. doi:10.1016/j.combiomed.2020.103805
37. Wedmid A, Llukani E and Lee DI. Future perspectives in robotic surgery. *BJU International*, 108(6b), 1028-1036. 2011 Sep;108(6 Pt 2):1028-36. Sep doi:10.1111/j.1464-410X.2011.10458.x
38. Davenport T and Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future healthcare journal*, 2019. 6(2), 94. Doi: [org/10.7861/futurehosp.6-2-94](https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94).
39. Eckert M, Volmerg J, and Friedrich C. Systematic Review of Augmented Reality in Healthcare (Preprint). 2018. Doi: 10.2196/preprints.10967.
40. Brown MS, Ashley B and Koh A. Wearable technology for chronic wound monitoring: current dressings, advancements, and future prospects. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 2018. 6, 47. doi: 10.3389/fbioe.2018.00047.
41. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* 542, 2017. 115–118. doi:10.1038/nature21056.
42. Dawes TJ, de Marvao A, Shi W. Machine learning of three-dimensional right ventricular motion enables outcome prediction in pulmonary hypertension: a cardiac MR imaging study. *Radiology*, 2017. 283(2), 381-390. doi: 10.1148/radiol.2016161315.
43. Gökrem L ve Bozuklu M. Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* , (13) , 47-68 . Retrieved 2016. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/issue/29709/319647>
44. Borrego P, Gonzalez EL, Sousa P. The role of deep learning-based artificial intelligence diagnostic system in detecting pediatric pneumonia with Chest x-ray in the clinical practice. *European Congress of Radiology 2020*. 2020. doi:10.26044/ecr2020/C-10039
45. Wang B, Jin S, Yan Q. AI-assisted CT imaging analysis for COVID-19 screening: Building and deploying a medical AI system. *Applied soft computing*, 98, 106897. 2021. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106897>
46. Wehbe RM, Sheng J, Dutta S. DeepCOVID-XR: An Artificial Intelligence Algorithm to Detect COVID-19 on Chest Radiographs Trained and Tested on a Large U.S. Clinical Data Set. *Radiology*. 2021. Apr;299(1):E167-E176. doi: 10.1148/radiol.2020203511. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33231531; PMCID: PMC7993244.
47. Bhattacharya S, Maddikunta PKR, Pham QV. Deep learning and medical image processing for coronavirus (COVID-19) pandemic: A survey. *Sustain Cities Soc*. 2021. Feb;65:102589. doi: 10.1016/j.scs.2020.102589

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemişlerdir.

Finansman

Bu çalışma için bir destek gerekmemiştir.

Teşekkürler

Türkiye Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı TEBİP Üstün Başarılılar Programı ve Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) tarafından verilen destek için teşekkür ederiz.

Etik Onay

Etik Onaya gerek duyulmamıştır.

Yazar Katkıları

Motivasyon / Konsept: DNB, TK
 Çalışma Tasarımı: DNB, TK
 Kontrol / Gözetim: LTŞ
 Veri Toplanması ve / veya İşlemesi: DNB, TK
 Analiz ve / veya Yorum: DNB, TK, LTŞ
 Literatür incelemesi: DNB, TK
 Makalenin Yazılması: DNB, TK, LTŞ
 Eleştirel İnceleme: LTŞ