

Yıl / Year: 2 Sayı / Number: 1 2022

SAĞLIK BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKA

Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences

DERGİSİ

ISSN: 2757-9646

EDİTÖR KURULU / EDITORIAL BOARD

Dergi Sahibi & Kurucu / Owner

Doç. Dr. Ali Murat Koç
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi

Baş Editör / Editor-in-Chief

Doç. Dr. Ali Murat Koç
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyoloji
alimuratkoc@gmail.com

Editörler / Editors

Prof. Dr. Aydın Akan
İzmir Ekonomi Üniversitesi,
Elektrik - Elektronik Mühendisliği
akanaydin@ieu.edu.tr

Prof. Dr. Melih Bulut
Çocuk Cerrahisi
drmelihbulut@gmail.com

Prof. Dr. Tülay Yıldırım
Yıldız Teknik Üniversitesi,
Elektrik Elektronik Fakültesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
tulay@yildiz.edu.tr

Doç. Dr. Mümin Alper Erdoğan
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi / Fizyoloji
muminalpererdogan@ikcu.edu.tr

Doç. Dr. Çiğdem Selçukcan Erol
İstanbul Üniversitesi / Enformatik
cigdems@istanbul.edu.tr

Doç. Dr. Esra Meltem Koç
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi,
Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği
emeltmekoc@gmail.com

Doç. Dr. Aytuğ Onan
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi,
Mühendislik - Mimarlık Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği
aytug.onan@ikc.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Can Özlü
Kütahya Sağlık Bilimler Üniversitesi,
Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Hematoloji
can.ozlu@ksbu.edu.tr

Uzm. Dr. İlker Özgür Koska
Hatay Devlet Hastanesi / Çocuk Radyolojisi
ozgurkoska@yahoo.com

İstatistik Editörü / Statistical Editor

Doç. Dr. Mustafa Agah Tekinal
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi
Biyostatistik
matekindal@gmail.com

Dil Editörü / Language Editor

Dr. Cemal Kavasogulları
Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
Sağlık Yönetimi
cemalkavasogullari@neu.edu.tr

Hukuk Editörü / Law Editor

Dr. Başak Ozan Özparlak
Özyeğin Üniversitesi Hukuk Fakültesi
basakozan@ozyegin.edu.tr

ISSN: 2757-9646

SAĞLIK BİLİMLERİNDE YAPAY ZEKA DERGİSİ

2022

CİLT / VOLUME : 2

SAYI / ISSUE 1

Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Dergisi yayım dil Türkçe ve İngilizce olan, yılda üç kez (Nisan, Ağustos ve Aralık aylarında) yayımlanan uluslararası, hakemli bir bilimsel dergidir.
SBYZD açık erişimli ve ücretsizdir.
Yazım kuralları ve dergi hakkında detaylı bilgiye www.jaihs.com adresinden ulaşılabilir.

Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences is an international, refereed, scientific journal published three times a year (April, August and December) in Turkish and English.
JAIHS is a free, open access journal.
Author guidelines and detailed information about the journal can be found at www.jaihs.com.

©Her hakkı saklıdır. Bu dergide yer alan yazı, makale, fotoğraf ve illüstrasyonların elektronik ortamlarda dahil olmak üzere kullanma ve çoğaltılma hakları Sağlık Bilimlerinde Yapay Zekâ Dergisine aittir. Yazılı ön izin olmaksızın materyallerin tamamının ya da bir bölümünün çoğaltılması yasaktır. Dergi Basım Mesleki İlkeleri'ne uymaktadır

©All rights are reserved. Rights to the use and reproduction, including in the electronic media, of all communications, papers, photographs and illustrations appearing in this journal belong to JAIHS. Reproduction without prior written permission of part or all of any material is forbidden. The journal complies with the Professional Principles of the Press.

Danışma Kurulu / Advisory Board

ÖĞRENCİ EDITÖRLER STUDENT EDITORIAL BOARD

Yavuz Kağan Aydem
İstinye Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Bilge Aydemir
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi

İrem Candan
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Dilan Erbaş
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Elif Damla Karakolcu
İstanbul Üniversitesi,
Moleküler Biyoloji ve Genetik,
Yönetim Bilişim Sistemler

Hilal Metin
Bahçeşehir Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik

Elif Mut
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Berke Can Ongun
Bahçeşehir Üniversitesi,
Elektrik - Elektronik Mühendisliği

Ceyda Ünal
Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Erhan AKDOĞAN
Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı
(TÜSEB) Başkanı

Prof. Dr. Mutlu AVCI
Çukurova Üniversitesi / Biyomedikal
Mühendisliği

Prof. Dr. Serhat BURMAOĞLU
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi / İktisadi
ve İdari Bilimler

Prof. Dr. Ali Serdar FAK
Marmara Üniversitesi / Kardiyoloji

Prof. Dr. Rabia KAHVECİ
Ukraine Management Sciences for
Health / Senior Technical Advisor on
Pharmaceutical Policies and Governance

Prof. Dr. Mustafa Ersel KAMAŞAK
İstanbul Teknik Üniversitesi / Bilgisayar
Mühendisliği

Prof. Dr. Yusuf Cem KAPLAN
İzmir Ekonomi Üniversitesi / Tıp
Fakültesi

Prof. Dr. Kaan ORHAN
Ankara Üniversitesi / Dış Hekimliği
Prof. Dr. Süleyman Sevinç
Bilgisayar Mühendisliği

Prof. Dr. Süleyman SEVİNÇ
Bilgisayar Mühendisliği

Prof. Dr. Atadan TUNACI
İstanbul Üniversitesi / Radyoloji

Prof. Dr. Songül VARLI
TÜYZE (Türkiye Sağlık Veri
Araştırmaları ve Yapay Zeka
Uygulamaları Enstitüsü) Başkanı

Doç. Dr. Salih BEYAZ
Başkent Üniversitesi / Ortopedi ve
Travmatoloji

**Assoc. Prof. Wg. Cdr. Dr. Tossapon
Boongoen**
Mae Fah Luang University / School of
Information Technology

Doç. Dr. Murat CEYLAN
Konya Teknik Üniversitesi / Elektrik-
Elektronik Mühendisliği

Doç. Dr. Süleyman Ayhan ÇALIŞKAN
Ege Üniversitesi / Tıp Eğitimi

Doç. Dr. Gökhan Bora ESMER
Marmara Üniversitesi / Elektrik-
Elektronik Mühendisliği

Doç. Dr. Esin ÖZTÜRK IŞIK
Boğaziçi Üniversitesi / Biyomedikal
Mühendisliği

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emin AKTAN
Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve
Yapay Zeka Uygulamaları Enstitüsü

**Assoc. Prof. Dr. Eng. Olimpiu
Stoicuta**
University of Petrosani / Department
of Control Engineering, Computers,
Electrical Engineering and Power
Engineering

Doç. Dr. Leyla Türker ŞENER
İstanbul Üniversitesi / Biyofizik

Dr. Öğr. Üyesi Gökalp TULUM
Nişantaşı Üniversitesi, Mühendislik-
Mimarlık Fakültesi

Öğr. Gör. Dr. Murat GEZER
İstanbul Üniversitesi / Enformatik

Uzm. Dr. Nevit DİLMEN
Sonomed / Radyoloji

Uzm. Dr. Mehmet Ali GEDİK
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi /
Radyoloji

Uzm. Dr. Sedat İRGİL
Psikiyatri

Uzm. Dr. Ayşe Nilüfer KÖYLÜOĞLU
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi /
Göz Hastalıkları

Dr. Abdüssamet ASLAN
Tıp Doktoru

Dr. Salih TUTUN
Washington University in St. Louis /
Data Analytics

Dr. Yusuf YEŞİL
İstanbul Üniversitesi / Tıbbi Biyokimya

Öğr. Gör. Önder ÖZTÜRK
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi /
Bilgisayar Mühendisliği

Emel GÜMÜŞ
İstinye Üniversitesi / Sağlık Kurumları
İşbirliği Koordinatörü

İçerikler/Contents

Orijinal Araştırma/Original Research

Radyasyon Onkolojisinde Yapay Zeka Kullanımı ve
Türkiye'deki Uzmanların Yaklaşımının Araştırılması..... 1-7

DERLEME/Review Article

Sinir Bilim ve Yapay Zekâ.....8-12

COVID-19 Sürecindeki Yapay Zeka, Dijital Sağlık Tanı ve
Tedavisindeki Gelişmeler 13-20

Yapay Zekâ ve Hemşirelik21-27

Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi

Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences

Radyasyon Onkolojisinde Yapay Zeka Kullanımı ve Türkiye'deki Uzmanların Yaklaşımının Araştırılması

Using Artificial Intelligence in Radiation Oncology and Researching the Approach of Experts in Turkey

Selçuk BAYER

ÖZET

Radyasyon Onkolojisi kanser tedavisinde yüksek teknolojilerin kullanıldığı, büyük miktarda medikal görüntü ve veri üreten bir tedavi yöntemidir. AMAÇ; Radyasyon Onkolojisi iş akışında kullanılan yapay zeka (YZ) tabanlı uygulamaları araştırmak ve Türkiye'deki uzmanların (Radyasyon Onkologları ve Medikal Fizik Uzmanları) bu alandaki yaklaşımları, öngörülerini ve beklentilerini tespit etmektir. YÖNTEM; Çalışmaya Türkiye'de radyasyon onkolojisi alanında aktif olarak çalışan ve Radyasyon Onkologları (27) ile Medikal Fizik Uzmanları (24)'dan oluşan toplam 51 kişiye 10 sorudan oluşan online anket iletilerek, toplanan sonuçlar analiz edilmiştir. BULGULAR: Araştırmaya katılan ve Türkiye'de bu konu ile ilgili çalışan uzmanların %11,76'sı YZ hakkında hiçbir bilgiye sahip değildir ve bu grup analizlerin dışında tutulmuştur. Katılımcıların %88,98'i YZ'nin tıp alanında faydalı uygulamaları olduğuna katılmaktadır. Katılımcıların %46,67'si çoğunlukla bugün gerçekleştirdikleri işlerinin yerine YZ uygulamalarının kullanabileceğini düşünmemekle birlikte, %97,78 oranındaki katılımcı uyguladıkları işlemlerde YZ uygulamalarından destek alabileceğini düşünmektedir. YZ uygulamalarının en faydalı olabileceği alan %42,22 ile "Kişiselleştirilmiş veya Adaptif terapi uygulamaları" dır. YZ kullanımının en önemli avantajı %55,56 ile "gerçek zamanlı olarak çok miktarda, klinik olarak anlamlı veriyi işleyerek anlamlı sonuçlar elde edebilir" olarak tespit edilmiştir. YZ ile alınan kararlar ile kişilerin verdikleri kararların farklı olması durumunda %57,78 katılımcı, ikincil bir uzman görüşüne başvurmayı düşünmektedir. YZ'nin yaratacağı sorunlarda %52,27 oranında katılımcı, işlemi uygulayan personelin sorumlu görülmesi gerektiğini düşünmektedir. Türkiye'de YZ uygulamalarının gelişmesindeki en büyük engelin "mevcut insan kaynağının teknolojik gelişimlere kapalı olması" şeklinde olduğu %40'luk katılımcı tarafından düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Radyasyon Onkolojisi, Makine Öğrenmesi, Radyoterapi

ABSTRACT

Radiation Oncology is a treatment method that uses high technologies in cancer treatment and produces large amounts of medical images and data. GOAL: To investigate artificial intelligence (AI) based applications used

Received / Geliş	19.07.2021
Accepted / Kabul	06.04.2022
Publication Date	26.04.2022

*Sorumlu Yazar
Corresponding Author

*Selçuk BAYER

İstanbul Ticaret Üniversitesi,
Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanayi Politikaları ve Teknoloji
Yönetimi Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID iD: 0000-0003-4776-1416
selcukbayer@gmail.com

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.

in the Radiation Oncology workflow and to determine the approaches, predictions, and expectations of experts (Radiation Oncologists and Medical Physics Specialists) in this field in Turkey. **METHOD:** An online questionnaire consisting of 10 questions was sent to a total of 51 people, consisting of Radiation Oncologists (27) and Medical Physicists (24) actively working in the field of radiation oncology in Turkey, and the results were analyzed. **RESULTS:** 11.76% of the experts participating in the research and working on this subject in Turkey have no knowledge of AI and this group was excluded from the analysis. 88.98% of the participants agree that AI has beneficial applications in the field of medicine. While 46.67% of the participants do not think that AI applications can be used instead of their current work, 97.78% of the participants think that they can get support from AI applications in their transactions. The area where AI applications can be most beneficial is “Personalized or Adaptive therapy applications” with 42.22%. The most important advantage of using AI has been identified as “It can produce meaningful results by processing large amounts of clinically meaningful data in real-time” with 55.56%. In case the decisions made by AI and the decisions made by individuals are different, 57.78% of the participants consider seeking a secondary expert opinion. 52.27% of participants think that the person who applies the process should be considered responsible for the problems that AI will create. The biggest obstacle in the development of AI applications in Turkey is “the current human resources are closed to technological developments” by 40% of the participants.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Radiation Oncology, Radiotherapy

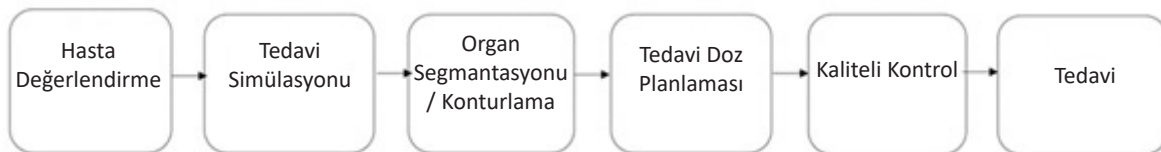
GİRİŞ

Günümüzde yaşam şartlarının değişmesi, beslenme alışkanlıklarının değişimi, yaşam sürelerinin uzaması, çevresel olumsuz etkilerin insan hayatını etkilemesi ile kanser hastalığının görülme sıklığı artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün yapmış olduğu çalışmalara göre, 2040 yılında yılda 29.5 Milyon kişiye kanser hastalığı teşhisi konulması ve aynı yıl içinde 16,3 Milyon insanın bu hastalık sebebi ile hayatını kaybedeceği tahmin edilmektedir. İnsan hayatını derinden etkileyen kanser hastalığı için farklı tedavi teknikleri uygula-

lanmaktadır. Bu tekniklerden biri olan radyasyon onkolojisi yüksek teknolojinin kullanıldığı, medikal görüntüler üzerinden işlemlerin yapıldığı, yüksek boyutlu klinik verilerin üretildiği bir alandır.

Yapay zekayı esasen üç alt bölüme ayırmak mümkündür; arama algoritmaları, sinir ağları ve öğrenme gelişimi. Her bir bölüm ile yapay zekanın ayrı bir uygulama alanı ortaya çıktığı görülmektedir. Sosyal alanda, ekonomide ve güncel yaşamın her alanında, insanın var olduğu her ortamda hatta var olmayacağı her koşulda yapay zekanın kullanımının mümkün olduğu görülmektedir(1). Yapay Zeka'yı insan zekasını taklit ederek veriden değer üreten sistemler bütünü olarak tanımlayacak olursak; hem medikal görüntüler üzerinden işlemler yapılması hem de üretilen klinik verilerin çokluğu bakımından radyasyon onkolojisi alanı yapay zekâ sistemlerinin kullanımı için potansiyel barındıran bir alandır. Verilerin üretilmesi ve toplanması geçmişe göre daha kolaylaşmıştır. Bilgi deryasının içinde “işe yarayan bilgi (katma değer yaratan bilgi)” ile hurda bilgiyi ayırmak önem kazanmıştır. İşletmeleri diğer işletmelerden farklı yapan onun sahip olduğu bilgidir ve bu bilgi kısaca işletmenin en önemli sermayesi haline gelmiştir ve bu sermaye entellektüel sermaye olarak tanımlanmaktadır (2). Bilgiyi kullanacak yetenekte olan bu entellektüel sermayenin yapay zeka kullanımına olan yaklaşımı, bu modellerin geliştirilmesi ve başarıya ulaştırılması için önemli bir faktördür.

Sağlık sektörü, hem medikal teknolojilerinin yatırım bedelleri açısından hem de entellektüel sermaye açısından diğer sektörlerle oranla daha büyük maliyetlere katlanmak zorundadır. Geleneksel yöntemler ile konulan tanıların maliyetleri ile yapay zeka sistemleri üzerinden konulan tanı maliyetlerini karşılaştıran bir çalışma Centerstone Araştırma Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiş ve çalışma sonucunda birim başına maliyetler arasında YZ modelleri 189 dolar maliyet çıkarırken, her zamanki yöntemlerin maliyeti 497 dolar olduğu tespit edilmiştir (3). Bu kapsamda gerçekleştirilen ve kanser teşhisinde kullanılan yapay zeka sistemlerinin geliştirilmeleri devam etmektedir. Houston Metodist Araştırma Enstitüsü'ndeki araştırmacılar tarafından mamografi görüntüleri kullanılarak, meme kanseri riski tespit edilmek üzere bir yapay zeka geliştirilmiş, sistem %99 doğrulukla ve doktordan 30 kat daha hızlı bir şekilde teşhis edebilmeyi başarmıştır (4).



Şekil-2 Yapay zekanın tıp alanında faydalı uygulamaları olduğuna katılıyor musunuz? Sorusuna verilen cevaplar.

Radyasyon onkolojisinin amacı; tanımlanmış olan tümörlü yapıya, planlanmış olan iyonize radyasyonu hassas bir şekilde uygulamak ve bu uygulama esnasında tümörlü yapı etrafındaki sağlıklı yapı ve organlara en az zararı vererek tümörün yok edilmesi, yüksek yaşam kalitesinin sağlanması ve uzun hayatta kalma süresi sağlanmasıdır (5).

Radyasyon onkolojisi tedavisinde de diğer tüm birimlerde olduğu gibi, belirli bir iş akışı ile işlemler gerçekleştirilmektedir. Her bir adımda farklı sistemler kullanılmakta olup, yapılan her işlemde hasta ile ilgili yeni veriler üretilmekte ve hastaya ait veri tabanına kaydedilmektedir. Sürecin tamamında, yapılan her işlemin kayıt altına alınması teknoloji yoğun olarak çalışan bu alanda veri bilimi çalışmalarına altyapı hazırlamaktadır. Şekil-1’ de temel olarak radyasyon onkolojisi ile ilgili iş akışı şeması görülmektedir (6).

Yukarıda verilmiş olan iş akış şemasındaki işlemlerin tamamında YZ kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda hali hazırda ticarileşmiş uygulamaların olduğu gibi, akademik açıdan da birçok çalışma devam etmektedir. Bu iş akışına göre YZ uygulamalarının kullanımına kısaca bakacak olursak;

Hasta değerlendirilmede yapay zeka kullanımı

Hastanın elde edilmiş verileri ile ne şekilde bir tedavi yapılabileceğinin belirlenmesi ve süreç sonunda elde edilmesi beklenen sonuçların değerlendirildiği aşama olarak tanımlanır. Bu aşamada işlemleri hızlandırmak ve çok miktardaki verinin değerlendirilmesi işlemi esnasında makine öğrenmesi modellerinden faydalanılır. Bu modeller, lojistik regresyon, karar ağaçları, rassal orman, gradyan yükseltme ve destek vektör makineleri algoritmalarıdır (7). Bu YZ teknikleri kullanılarak karar destek sistemleri ve ikincil görüş sistemleri geliştirilmesi mümkündür.

Tedavi simülasyonunda yapay zeka kullanımı

Tedavi simülasyonu işlemi büyük çoğunlukla bilgisayarlı tomografi sistemleri ile gerçekleştirilmektedir (7). Temel amaç, tedavi edilecek bölgenin görüntülemesinin yapılarak radyasyon verilecek tümörlü yapı ve etkilenmesi ihtimal dahilinde olan sağlıklı organların görüntülenmesi işlemidir. Bu alandaki YZ uygulamalarının en bilinenleri evrişimli sinir ağları metotları ile geliştirilen ve düşük radyasyon dozu ile yüksek kaliteli görüntü elde edilmesini amaçlayan yazılımlardır. Aynı zamanda elde edilen manyetik rezonans görüntüleri üzerinden, tomografi görüntüleri elde etme ve bu iki modalitedeki görüntüleri eşleştirme üzerinedir. Birçok çalışmada,

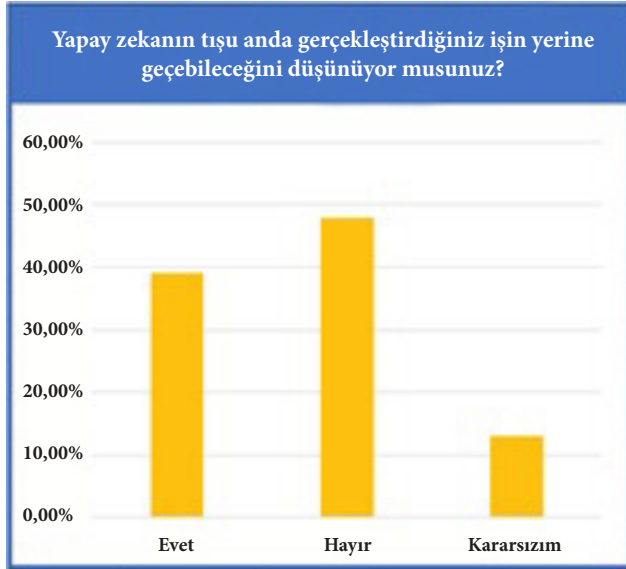
tam CNN modeli, hızlandırıcı tabanlı örnekleme (RUSBoost) algoritması, rassal orman ve otomatik bağlam gibi MR görüntülerini eşleştirmek için YZ tabanlı yaklaşımlar kullanılmıştır.



Şekil-2 Yapay zekanın tıp alanında faydalı uygulamaları olduğuna katılıyor musunuz? Sorusuna verilen cevaplar.

Organ segmentasyonunda yapay zeka kullanımı

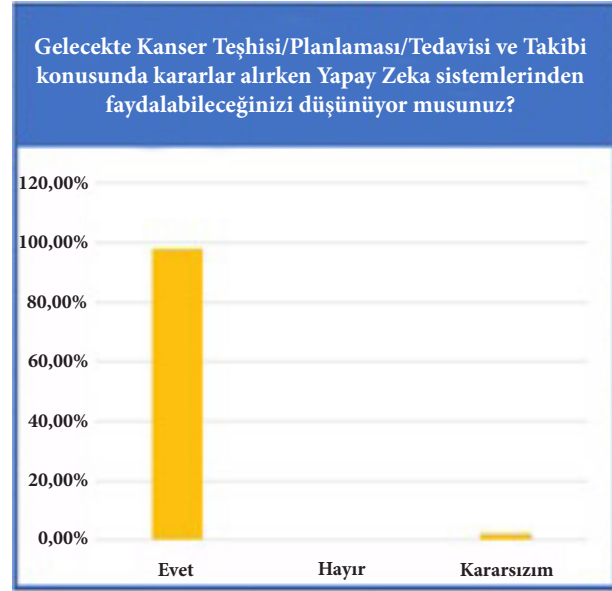
Radyoterapi süreçlerinde tedavinin kalitesine büyük ölçüde etki eden, tümör ve çevresindeki sağlıklı dokuların sınırlarının belirlendiği bu aşamada YZ alanında oldukça fazla akademik çalışma ve ticari uygulama bulunmaktadır. Uzmanlar tarafından tümör ve çevresindeki sağlıklı dokuların sınırlarının belirlenmesi işlemi medikal görüntüler üzerinden manuel yöntemler ile yapıldığında oldukça uzun zaman alabilmektedir. Bu alanda bir YZ tekniği kullanılarak medikal görüntüler üzerinde organ sınırları belirlenip, 3 boyutlu görüntü haline getirilebilmektedir. Bir tür evrişimli sinir ağı yaklaşımı (CNN) modeli olan U-Net modeli, organ segmentasyonu amacı ile en çok kullanılan modeldir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda U-Net modeli temel olarak kullanılarak geliştirilen modellerde, radyoterapi için gerekli organ segmentasyonları, yüksek hız ve başarı ile sağlanmıştır. Jan Schreier ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma ile meme kanseri için radyoterapi görece hastalara yönelik derin öğrenme tekniği ile model geliştirilmiştir. Model U-Net modeli mimarisi üzerinde yapılan güncellemeler ile elde edilmiş ve BipNET adı verilmiştir (8).



Şekil-3 Yapay zekanın şu anda gerçekleştirdiğiniz işin yerine geçebileceğini düşünüyor musunuz? Sorusuna verilen cevaplar.

Tedavi doz planlamasında yapay zeka kullanımı

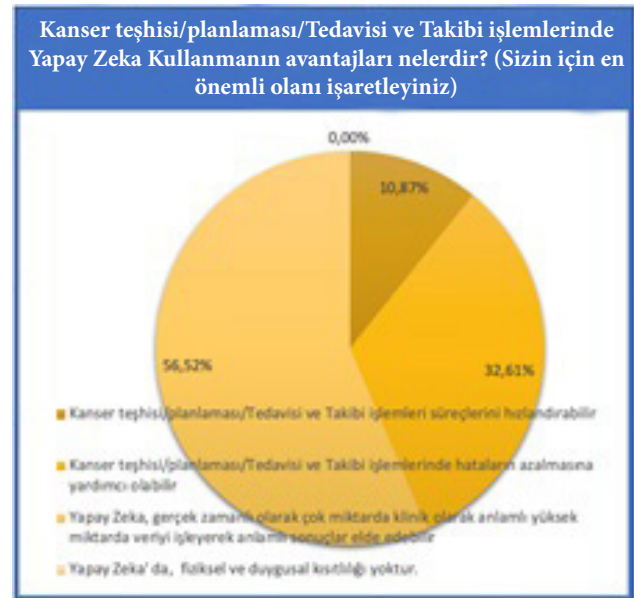
Tümör ve çevresindeki organların segmentasyon işlemi bittikten sonra belirlenmiş olan doz ağırlıklarına göre doz hesaplamaları gerçekleştirilir. Ve belirlenmiş sınırlar dahilinde doz hesaplamaları elde edilene kadar parametrelerde değişiklikler yapılarak devam edilir(6). Yapılacak olan bu doz hesabı tedavinin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi için önemlidir. Tümörlü dokuya az verilen doz tedaviyi engelleyeceği gibi, sağlıklı dokuya verilen fazla doz organ hasarlarına sebebiyet verecektir. Genellikle regresyon analizi ile bu işlemler gerçekleştirilir. Bazı akademik çalışmalara göre ise U-Net modeli üzerinden türetilmiş modeller yüksek başarı ile tahminler yapabilmektedir. Tomohiro Kajikawa ve arkadaşlarının çalışmalarında, 3D olarak segmentlenmiş organların üzerine U-Net mimarisi ile modelledikleri algoritma üzerinden yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) tedavi tekniği için doz dağılımlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Modellerini geliştirirken, hepsi aynı özellikle tedavi olmuş 95 hasta planlama verisini kullanarak U-Net mimarisini kullanmışlardır (9).



Şekil-4 Gelecekte kanser teşhisi/planlaması/tedavisi ve takibi konusunda kararları alırken yapay zeka sistemlerinden faydalanabileceğinizi düşünüyor musunuz? Sorusuna verilen cevaplar.

Kalite kontrolde yapay zeka kullanımı

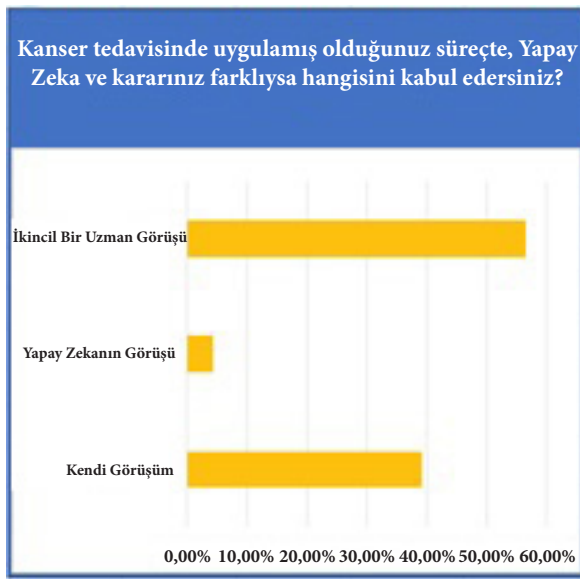
Radyoaktif ışınlar ile uygulanan bu tedavi işleminin kalite kontrol işlemi hayati öneme sahip bir süreçtir. Sistemler tarafından gerçekleştirilen doz planlamalarının, tedavi cihazları tarafından birebir uygulanıp uygulanamayacağının kontrolü ve onaylanması işlemidir. Bu konuda çeşitli YZ teknikleri kullanılarak, doz planlamasının kriterleri sağlayıp sağlamadığı ve istenilen şekilde hastaya uygulanıp uygulanamayacağının tahminleri yapılmaya çalışılmaktadır.



Şekil-5 Kanser teşhisi/planlaması/tedavisi ve takibi işlemlerinde yapay zeka kullanmanın avantajları nelerdir? Sorusuna verilen cevaplar.

Tedavide yapay zeka kullanımı

Tedavi işlemi günlerce sürebilen uzun bir süreçtir. Tedavi esnasında karşılaşılan hareketli organların hareketlerinin önceden tahmin edilebilmesi ve tedavi cihazının buna göre yönlendirilerek hedeften çıkılmaması problemi için YZ çalışmaları yürütülmektedir. Isaksson M. ve arkadaşları gerçekleştirmiş oldukları çalışmada tedavi esnasında hastanın nefes alış veriş ile tümör pozisyonun değişimini alan medikal görüntüler veya dış bir referans üzerinden izleyerek oluşturdukları veriler ile, makine öğrenmesi algoritmaları ile tümör pozisyonunu tahmin ederek tedavi cihazını yönlendirecek algoritmayı geliştirmeyi başaramıştır (10).



Şekil-6 Kanser tedavisinde uygulanmış olduğunuz süreçte, yapay zeka ve sizin kararınız farklıysa hangisini Kabul edersiniz? Sorusuna verilen cevaplar.

Bir diğer YZ çalışma alanı ise, tedavinin günlük değişen şartlarına göre (hastanın pozisyonu, hastanın kilo kaybetmesi, tümör lokasyonunun değişmesi vb.) tedavi planının yenilenmesi ve hastaya yeni planın uygulanması işlemidir. Adaptif terapi adı verilen bu işlem, organ segmentasyonu, doz planlaması işlemlerinin tekrar yapılması anlamına gelmektedir. Bu kapsamda birçok akademik çalışma ve ticarileşmiş uygulamalar da bulunmaktadır. Bu alanda destek vektör makine-leri, temel bileşenler analizi, pekiştirmeli öğrenme gibi yapay zeka modelleri kullanılmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Yapılan literatür taramaları ve genel kapsamda tartışmaya açık olan YZ ile ilgili sorulardan oluşan bir anket dizayn edilmiş ve radyasyon onkolojisi alanında tedaviyi planlayan ve uygulayan Medikal Fizik Uzmanları ve Radyasyon Onkologlarına yöneltilerek, Türkiye'deki uzmanların YZ kullanımı ile ilgili yaklaşımları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bireysel

ve psikolojik unsurlar çalışanların dijital dönüşüm kapsamında oluşturulan ve gittikçe yaygınlaşan yeni sistem/teknolojiyi kabul etmesini ve adapte olmasını etkilemektedir (11). Bu kapsamda radyasyon onkolojisi alanında aktif olarak çalışan ve Radyasyon Onkologları [27 Kişi] ile Medikal Fizik Uzmanların [24 Kişi]' dan oluşan toplam 51 kişiye 10 sorudan oluşan online anket iletilerek, toplanan sonuçlar analiz edilmiştir. 10 sorunun 1 tanesi uzmanlık alanını tespit ederken, 1 tanesi ise YZ hakkında bilgi seviyesinin olup olmadığını tespit edebilmek için ayırıcı soru olarak dizayn edilmiştir.



Şekil-7 Kanser tedavisi sürecini bir bütün olarak düşündüğünüzde, en çok hangi alanda kullanılacağını düşünüyorsunuz? Sorusuna verilen cevaplar.

BULGULAR

Araştırmaya katılan ve Türkiye'de bu konu ile ilgili çalışan uzmanların %11,76'sı YZ hakkında hiçbir bilgiye sahip değildir ve bu grup analizlerin dışında tutulmuştur. Katılımcıların %88,98'i YZ'nın tıp alanında faydalı uygulamaları olduğuna katılmaktadır. Katılımcılar %46,67 çoğunlukla bugün gerçekleştirdikleri işlerinin yerine YZ uygulamalarının geçebileceğini düşünmemekle birlikte, %97,78 oranındaki katılımcı uyguladıkları işlemlerde YZ uygulamalarından destek alabileceğini düşünmektedir. YZ uygulamalarının en faydalı olabileceği alan %42,22 ile "Kişiselleştirilmiş veya Adaptif terapi uygulamaları" dır. YZ kullanımının en önemli avantajı %55,56 ile "gerçek zamanlı olarak çok miktarda, klinik olarak anlamlı veriyi işleyerek anlamlı sonuçlar edebilir" olarak tespit edilmiştir. YZ ile alınan kararlar ile kişilerin verdikleri kararların farklı olması durumunda %57,78 katılımcı, ikincil bir uzman görüşüne başvurmayı düşünmektedir. YZ'nın yaratacağı sorunlarda %52,27 oranında katılımcı işlemi uygulayan personelin sorumlu görülmesi gerektiğini düşünmekte-

dir. Türkiye’de YZ uygulamalarının gelişmesindeki en büyük engelin “mevcut insan kaynağının teknolojik gelişimlere kapalı olması” %40’lık katılımcı tarafından düşünülmektedir.



Şekil-8 Ülkemizdeki kanser tedavi süreçleri göz önünde alındığında bu alanda yapay zeka uygulamalarının gelişmesi önündeki en büyük engel nedir? Sorusuna verilen cevaplar.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Radyasyon onkolojisinde YZ uygulamalarının kullanımı artmaktadır ve Türkiye’de bu konuda çalışan uzmanların farkındalığı yüksektir. İncelenen literatüre ve ticari ürünlere göre, radyasyon onkolojisi iş akışlarında kullanılmak üzere bir çok uygulama geliştirilmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Kullanıcılar YZ uygulamalarında karar verici olarak değil karar destek amacı ile fayda beklemektedir. Oysaki hali hazırda büyük medikal cihaz üreticileri tarafından, yapay zeka kullanarak tedavi yönlendirecek bir çok uygulama geliştirilmektedir. Geliştirilen bu uygulamaların kullanımına bakıldığında ise, kullanıcıların beklentileri gibi karar destek amacı gütmeyen ve direkt olarak tedaviyi gerçekleştiren sistemler olduğu tespit edilmektedir. YZ sistemleri tarafından verilen kararlar ile uzmanlar tarafından verilen kararların farklı olması durumunda, 2. bir uzman görüşüne başvurulması sonucunun çıkması halen YZ sistemlerine olan güvenin yeteri kadar oluşmadığını göstermektedir. Yapay zeka’ya olan güven sorunu, genel yapay zeka uygulamalarında olduğu gibi bu alanda da dikkat çeken bir konudur. Yapay zeka sistemlerinin gelişimleri ve elde ettiği doğru sonuçların oranlarının artması, bu konudaki güvensizliği de ortadan kaldıracak olan bir

olgu olarak görülmektedir. Ankete cevap veren uzmanların YZ’ nin en büyük faydası olarak yapılan işlemlerin hızının artırılması olarak görmesi, YZ uygulamalarının bu alanda sağlayabileceği katkıların tam olarak anlaşılamadığının bir göstergesi olabilir. Çalışmaya katılan uzmanlar kanser tedavi süreçlerinde daha çok imaj işlemeye dayalı işlemlerde YZ uygulamalarından destek beklerken, tedavi sonrası süreçlerde özellikle hastanın klinik dışı takibinde elde edilecek veriler ile takip işlemlerini otomatikleştirmesi alanının geliştirilmeye açık olduğu tespit edilmiştir. Özellikle hastanın tedavi sonrasındaki takibini yapacak ve sekonder kanser riskini önceden takip edebilecek yapay zeka sistemlerinin hem klinik olarak hem de ticari olarak fayda sağlaması olasıdır. Yapılan literatür taramaları ve anket çalışması sonucunda, radyasyon onkolojisi alanında YZ kullanımının artacağı ve bu konuda çalışan uzmanların büyük bir kısmının YZ teknolojilerini kullanmaya meyilli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan rutin YZ çalışmalarının yanı sıra, araştırma ve kullanım potansiyeli olan alanlar da bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Oz, S. (2020). Teknolojik ve Dijital Dönüşüm, Ed; Oz S, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye, pp; 269-292.
- Ayanoğlu, F. (2020). Pandemi Sonrası Yeni Dünya Düzeninde Teknoloji Yönetimi, Ed; Oz S, Celayir D, Onursal F, Hiper Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, pp; 14-41.
- Mesko, B. (2017). Yapay Zekayla Tıbbi Karar Almak. B. Mesko içinde, Tıbbın Geleceğine Yolculuk, Optimist Yayın Grubu, İstanbul, Türkiye, pp. 174-183.
- Griffits, S. (2016). This AI software can tell if you’re at risk from cancer before symptoms appear. Şubat 23, 2019 tarihinde WİRED: <https://www.wired.co.uk/article/cancer-riskai-mammograms> adresinden alındı
- Alexander F.I. Osman, Radiation Oncology in the Era of Big Data and Machine Learning for Precision Medicine. DOI:10.5772/intechopen.84629
- Bayer S, (2020). Yapay Zekâ ve Büyük Veri: Teknolojiler, Yaklaşımlar ve Uygulamalar, Ed; Sağıroğlu S, Demirezen U, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye, pp; 201-231.
- Jarrett D., Stride E., Vallis K., Godding M., Applications and limitations of machine learning in radiation oncology. DOI:10.1259/bjr.20190001
- Schreier J., Attanasi F., Laaksonen H., A Full-Image Deep Segmentation for CT Images in Breast Cancer Radiotherapy Treatment. DOI: 10.3389/fonc.2019.00677
- Kajikawa T., Kadoya N., Ito K., Takayama Y., Chiba T., Tomori S., Nemoto H., Dobashi S., Takeda K., Jingu K., A convolutional neural network approach for IMRT dose distribution prediction in prostate cancer patients. DOI: 10.1093/jrr/trz051
- Isaksson M, Jalden J, Murphy MJ. On using an adaptive neural network to predict lung tumor motion during respiration for radiotherapy applications. DOI:10.1118/1.2134958
- Donmez Turan A, (2019). Dijital Dönüşüm, Ed; Mendeş Pekdemir I, Beta Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, pp; 32-78.

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemişlerdir.

Finansman

Bu çalışma, yazarın kendi kaynakları ile finanse edilmiştir.

Teşekkürler

Bu çalışma Uluslararası Sağlıkta Yapay Zeka Kongresi 2020'nde poster bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitabında özet metin olarak yayınlanmıştır.

Etik Onay

Etik Kurul onayına ihtiyaç yoktur.

ANKET SORU SETİ

Sorular	Yanıt Seçenekleri					
	Medikal Fizikçi	Radyasyon Onkoloğu				
Uzmanlık Alanınız						
Yapay Zeka ile ilgili biginiz var mı?	Evet	Hayır				
Yapay Zekanın Tıp Alanında Faydalı Uygulamaları Olduğuna Katılıyormusunuz?	Evet	Hayır	Kararsızım			
Yapay Zekanın şu anda gerçekleştirdiğiniz işin yerine geçebileceğini düşünüyor musunuz?	Evet	Hayır	Kararsızım			
Gelecekte Kanser Teşhisi/Planlaması/Tedavisi ve Takibi konusunda kararları alırken Yapay Zeka sistemlerinden faydalanabileceğinizi düşünüyor musunuz?	Evet	Hayır	Kararsızım			
Kanser Teşhisi/Planlaması/Tedavisi ve Takibi işlemlerinde Yapay Zeka kullanmanın avantajları nelerdir?	Kanser Teşhisi/Planlaması/Tedavisi ve Takibi işlemleri süreçlerini hızlandırabilir	Kanser Teşhisi/Planlaması/Tedavisi ve Takibi işlemlerinde hataların azalmasına yardımcı olabilir	Yapay zeka , gerçek zamanlı olarak çok miktarda klinik olarak anlamlı veriyi işleyerek anlamlı sonuçlar elde edebilir	Yapay Zeka' da fiziksel ve duygusal kısıtlılık yoktur		
Kanser tedavisinde uygulanmış olduğunuz süreçte, Yapay Zeka ve sizin kararınız farklıysa hangisini kabul edersiniz?	İkinci bir uzman görüşü	Yapay Zekanın Görüşü	Kendi Görüşüm			
Kanser tedavisi sürecini bir bütün olarak düşündüğünüzde, en çok hangi alanda kullanılacağını düşünüyorsunuz?	Tedavi Kararının Verilmesi	Tümör Tespiti ve Teşhisi	Organ Segmentasyonu (konturlama) işlemleri	Doz Planlama ve Takip İşlemleri	Kişiselleştirilmiş ve Adaptif terapi uygulamaları	Tedavi Sonrası Takip İşlemleri
Ülkemizdeki kanser tedavi süreçleri göz önünde alındığında bu alanda Yapay Zeka uygulamalarının gelişmesi önündeki en büyük engel nedir?	Kurumlarda birikmiş verilerin kullanılabilir durumda olmaması	Mevcut İnsan Kaynağının teknolojik bu gelişmelere kapalı olması	Uygulanan kural/kanun/prosedurlerin bu uygulamaların kullanılmasına izin vermemesi	Yapay Zeka Uygulamalarının maliyetli olması	Diğer	
Yapay Zekanın yaratabileceği sorunlardan kim sorumlu olmalıdır	İşlemi Uygulayan Sağlık Personeli	Yapay Zeka Uygulamasını üreten şirket	İşlemlerde Yapay Zeka kullanımına izin veren hasta			

Sinir Bilim ve Yapay Zekâ

Neuroscience and Artificial Intelligence

Sema Gül TÜRK*¹, Murat TERZİ²

Received / Geliş	18.06.2021
Accepted / Kabul	22.12.2021
Publication Date	26.04.2022

*Sorumlu Yazar
Corresponding Author

*Sema Gül TÜRK

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
Samsun, Türkiye

ORCID iD: 0000-0002-8285-5541
fztsmg12011@gmail.com

Murat TERZİ

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Tıp Fakültesi

ORCID iD: 0000-0002-3586-9115

ÖZET

Yapay zekâ gelişimi, sinir sisteminin işleyişinin matematiksel bir sisteme aktarılması ile başlamıştır. İnsan beynindeki hafıza, bilişsel işlevler ve öğrenme fonksiyonlarını inceleyen bilim dalı olan sinir bilimleri alanında her geçen gün çalışmalar yeni keşifler ortaya koymaktadır. Bu çalışmaların en önemli destekçisi yine teknolojidir. Tüm dünyada yirmi birinci yüzyıl başlarından itibaren teknoloji destekli sinir bilim çalışmaları ile sinir sistemi daha iyi anlaşılmıştır. Bu sayede yapay zekâdaki gelişmeler de hız kazanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sinir Bilim, Yapay Zekâ

ABSTRACT

The development of artificial intelligence began with the transfer of the functioning of the nervous system to a mathematical system. Every day, studies in the field of neuroscience, which is the science that examines memory, cognitive functions and learning functions in the human brain, reveal new discoveries. The most important supporter of these studies is again technology. The nervous system has been better understood with technology-supported neuroscience studies since the beginning of the twenty-first century all over the world. In this way, developments in artificial intelligence have also accelerated.

Key Words: Neuroscience, Artificial Intelligence

GİRİŞ

Yapay zekâ tarihçesine bakıldığında sinir bilimi ve yapay zekâ arasında güçlü bağlantılar olduğu net bir şekilde görülebilir. Birçok öncü yapay zekâ bilimcisi aynı zamanda alanında başarılı sinir bilimcilerdir. İnsan beynindeki nöronal ağların ve bağlantıların keşfedilmesi yapay sinir ağına ilham vererek yapay zekânın bugüne gelmesinin temellerini oluşturmuştur (1).

Yapay zekâ başlangıçtan itibaren sinir bilim içerisinde gelişim göstermiştir ve gösterecektir. 20. yüzyılın başında araştırmacılar, mikroskobun gelişmesi ile sinir sistemindeki nöronlar arasındaki bağlantıları gözlemleyerek, nöronal bağlantı mekanizmalarını bilime kazandırmıştır. Bu sayede bilgisayar bilimcileri, yapay zekâ tarihindeki en eski ve en başarılı modellerden biri olan yapay sinir ağını geliştirmiş ve 1949'da en eski öğrenme algoritmalarından biri olan Hebbian öğrenimi önerilerek önemli bir çağ atlanmıştır (1).

Sinir Bilimleri alanında özellikle son yıllarda artarak ortaya çıkan teknolojik gelişmeler yapay zekânın çeşitli alanlarına ilham vermiştir. Elektronik dedektörler kullanılarak keşfedilen beynin evrişim özelliği ve çok katmanlı yapısı, evrişimli sinir ağına ve derin öğrenmeye (2), pozitron emisyon tomografisi (PET) görüntüleme sistemi kullanılarak keşfedilen dikkat mekanizması dikkat modülüne, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) sonuçlarından keşfedilen çalışma belleği, uzun kısa süreli belleğin (long short term memory LSTM) geliştirilmesine yol açan makine öğrenimi modellerindeki bellek modülüne (3), iki fotonlu görüntüleme sistemleri kullanılarak keşfedilen öğrenme sırasında omurgada meydana gelen değişiklikler, sürekli öğrenme için elastik ağırlık konsolidasyonu (elastic weight consolidation EWC) modeline (4) esin kaynağı olmuştur.

Yapay zekâ ve sinir bilimi alanındaki gelişme ve araştırmalar arasındaki bağlantı az gibi görünse de; sinir biliminden elde edilen sonuçlar, nöropsikoloji ilkeleriyle ilgili önemli sonuçları ortaya koymakta ve bu da yapay zekâda önemli teorik ve teknolojik atılımlara yol açmaktadır. Özellikle son dönemlerde teknolojinin hızla geliştiği süreçleri takip ederken; doğrudan sinir biliminden ilham alan derin öğrenme süreçlerini de keşfetmekteyiz. Sinir biliminde artan araştırma bulgularının ve teknoloji destekli keşiflerin; yeni derin öğrenme modlarında çığır açması beklenmektedir. yapay zekâ alanında bundan sonraki atılımlar, sinir bilimleri alanındaki gelişmeler doğrultusunda önemli gelişmeler gösterecektir.

Yapay zekânın amacı, teorileri araştırmak ve algılayıcılar, tanıma, karar verme ve kontrol gibi işlevlerle biyolojik veya insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirebilen bilgisayar sistemleri geliştirmektir (5). Sinir bilimin amacı ise, beynin bilgiyi nasıl işlediği, kararlar verdiği ve çevre ile nasıl etki-leştiği gibi biyolojik beynin yapılarını, işlevlerini ve çalış-

ma mekanizmalarını incelemektir (6). Yapay zekânın, beyin zekâsının simülasyonu olarak kabul edilebileceği öngörülebilir. Bu nedenle, yapay zekâ geliştiriminin önemli bir yolu, onu sinir bilim, biliş bilimi ve psikoloji gibi ilgili alanlarla birleştirmektir. Aslında, sinir bilimindeki sağlam geçmişi sayesinde Alan Turing (7), Marvin Minsky ve Seymour Papert (8), John McCarthy (9,10) gibi birçok yapay zekâ öncüsü, her iki alana da ilgi duymuş ve yapay zekâyâ büyük katkıda bulunmuştur. Bu katkılar günümüz yapay zekâ atılımlarının da öncüsü olmuştur. Sağlık alanında gerçekleştirilen yapay zekâ teknolojik gelişmeleri ise birbirini besleyen bir döngü oluşturarak sinir bilimin keşiflerini artırmış ve yapay zekâ'yı güçlendirmiştir. Bu döngüden yola çıkarsak yapay zekâ'nin çığ gibi büyüyen ve hızlı gelişen bir teknoloji olması önümüzdeki on yıl için beklenen bir süreçtir.

Yapay zekâ üzerine araştırmalar, akıllı “düşünme” makineleri inşa etme amacıyla modern bilgisayarların ortaya çıkmasından hemen sonra başlamıştır. Geleneksel makine öğrenimi teknikleri, doğal verileri ham hallerinde işleme yetenekleri açısından sınırlı kalmaktadır. On yıllardır, bir örüntü tanıma veya makine öğrenimi sistemi oluşturmak, ham verileri (bir görüntünün piksel değerleri gibi) uygun bir dahili temsile veya özellik vektörüne dönüştüren bir özellik çıkarıcı tasarlamak için iyi bir mühendislik ve alan uzmanlığı gerektirmektedir. Genellikle bir sınıflandırıcı olan öğrenme alt sistemi, girdideki kalıpları algılayabilir veya sınıflandırabilir. Bu sınıflandırma ve tasarlama süreçleri düşünme sistemleri ile ilişkilendirilebilir.

Hebbian öğrenimi, doğrudan biyolojik sinir sistemlerinin dinamiklerinden esinlenmiştir. Özellikle, iki nöron arasındaki sinapsın her iki tarafındaki nöronlar (giriş ve çıkış) yüksek oranda ilişkili çıktılara sahip olduğunda güçlendirildiği gözlemine dayanarak, Hebbian öğrenme algoritması, yüksek düzeyde korelasyonlu olmaları durumunda iki nöron arasındaki bağlantı ağırlığını artırır. Yani iki sinir hücresinin aynı anda tetiklenmesi (aktif hale getirilmesi) halinde aralarındaki bağlantıların güçleneceğine ilişkin kuralıdır. Bu gelişmeden sonra, yapay sinir ağları araştırmacılarından önemli ölçüde araştırma ilgisi görmüştür. Temsili bir çalışma, beyindeki bilgi depolama ve organizasyonunu doğrudan modelleyen algılayıcıydı (6). Algılayıcı, çok katmanlı ağın temelini oluşturan çok boyutlu bir girdiye sahip tek katmanlı bir yapay sinir ağıdır.

Hubble ve Wiesel'in Nobel almasını sağlayan çalışmasında; memeli görsel korteksinden alınan tek hücreli kayıtlar, görsel girdilerin V1 alanındaki basit ve karmaşık hücrelerde nasıl filtrelendiğini ve havuzlandığını ortaya çıkarmıştır. Bu araştırma, beyindeki görsel işleme sisteminin evrişimli işlemler gerçekleştirdiğini ve çok katmanlı bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Biyolojik sistemlerin, ham görsel girdileri giderek daha karmaşık bir özellik kümesine dönüştürmek

için doğrusal olmayan hesaplamalarla ardışık katmanları kullandığını ve böylece görme sistemini tanıma görevi sırasında görsel girdilerdeki poz ve ölçek gibi dönüşümlerle değişmez hale getirdiğini belirtti. Bu gözlemler, yakın zamanda çıkarılan derin öğrenme tekniğinin (7) temel modeli olan evrişimli sinir ağına (8,9) doğrudan ilham vermiştir.

Doğal sinyallerin özelliklerinden yararlanan evrişimli sinir ağlarının arkasında dört temel fikir vardır; yerel bağlantılar, paylaşılan ağırlıklar, havuzlama ve birçok katmanın kullanımı.

Bir özellik haritasındaki tüm birimler aynı filtre kümesini paylaşır. Bir katmandaki farklı özellik haritaları, farklı filtre kümeleri kullanır. Bu mimarinin nedeni iki yönlüdür. Birincisi, görüntüler gibi dizi verilerinde, yerel değer grupları genellikle yüksek düzeyde ilişkilidir ve kolayca tespit edilebilen farklı yerel motifler oluşturur. İkinci olarak, görüntülerin ve diğer sinyallerin yerel istatistikleri, konuma göre değişmez. Başka bir deyişle, bir motif görüntünün bir bölümünde görünebiliyorsa, herhangi bir yerde görünebilir, dolayısıyla aynı ağırlıkları paylaşan ve dizinin farklı bölümlerinde aynı modeli tespit eden farklı konumlardaki birimler fikri ortaya çıkar. Matematiksel olarak, bir özellik haritası tarafından gerçekleştirilen filtreleme işlemi, ayrı bir evrişimdir (10).

Derin sinir ağları, birçok doğal sinyalin, daha düşük seviyeli olanları oluşturarak daha yüksek seviyeli özelliklerin elde edildiği bileşimsel hiyerarşiler olma özelliğinden yararlanır. Görüntülerde, yerel kenar kombinasyonları motifler oluşturur, motifler parçalar halinde birleşir ve parçalar nesnelere oluşturur. Seslerden telefonlara, ses birimlerine, hecelere, sözcüklere ve cümlelere kadar konuşma ve metinde benzer hiyerarşiler vardır. Havuzlama, önceki katmandaki elemanların konumu ve görünümünü değiştirdiğinde temsillerin çok az değişmesine izin verir (10). Evrişimli sinir ağlarındaki, evrişimli ve havuz katmanları, görsel sinir bilimdeki basit hücreler ve karmaşık hücrelerin klasik kavramlarından doğrudan esinlenmiştir ve genel mimari, görsel korteks ventral yolundaki lateral genikulus nükleus hiyerarşisini anımsatmaktadır. Evrişimli sinir ağı modelleri ve maymunlara aynı resim gösterildiğinde, evrişimli sinir ağındaki yüksek seviyeli birimlerin aktivasyonları, maymunun inferotemporal korteksindeki rastgele 160 nöron kümesinin varyantının yarısını açıklar. Yapay sinir ağlarının ve derin öğrenmenin bir diğer önemli bileşeni, bir ağıdaki parametrelerin veya ağırlıkların nasıl ayarlanacağı sorununu ele alan geri yayılma algoritmasıdır (11). İlginç bir şekilde, geri yayılmanın temel fikri ilk olarak 1980'lerde bilgisayar bilimcileri veya makine öğrenimi araştırmacıları yerine sinir bilimciler ve bilişsel bilimciler tarafından önerildi. Bilim adamları, sinir sistemlerinin mikro yapılarının ve biyolojik beynin sinir sisteminin, hatayı en aza indirmek ve çıktının ödülünü en üst düzeye çıkarmak amacıyla bir öğrenme prosedürü kullanılarak kademeli ola-

rak ayarlandığını gözlemlemişlerdir Dikkat mekanizması ilk olarak 1890'larda psikolojik bir kavram olarak tanıtılmıştır. Akıllı bir ajanın biliş sürecini iyileştirmek için - tüm bilgiye odaklanmak yerine - bilginin belirli önemli kısımlarına seçici olarak konsantre olacağı şekilde tasarlanmıştır (12).

1999'da PET ve diğer ileri görüntüleme teknolojileri, beyindeki seçici dikkati incelemek için kullanılarak (13) beyindeki dikkat mekanizması hakkında daha fazla şey keşfetmiştir (14). Biyolojik bir beyindeki dikkat mekanizmasından ilham alan yapay zekâ araştırmacıları, dikkat modüllerini zamansal (15) veya uzamsal yollarla yapay sinir ağlarına dahil etmeye başlamışlar, bu da sırasıyla doğal dil işleme ve bilgisayar görüşü için derin sinir ağlarının performansını artırmıştır. Bir dikkat modülü ile ağ, seçici olarak önemli nesnelere veya kelimelere odaklanabilir ve ilgisiz olanları yok sayabilir, böylece eğitim ve çıkarımsal süreçleri geleneksel bir derin ağdan daha verimli hale getirebilir.

Sinir bilim, geleneksel yapay zekâ yaklaşımlarına büyük ölçüde hakim olan matematiksel ve mantık temelli yöntemlerden ve fikirlerden bağımsız ve bunları tamamlayan yeni tür algoritmalar ve mimariler için zengin bir ilham kaynağı sağlar. Sinir bilim ile beynin gizemi çözülürken yapay zekâ için de yeni ufuklar açılmış olacaktır ve olmaktadır. Örneğin, bir bilişsel işlevi desteklemek için kritik olan biyolojik hesaplamanın yeni bir yönü olsaydı, bunu yapay sistemlere dahil etmek için mükemmel bir aday olarak görürdük. Sinir bilim zaten var olan yapay zekâ tekniklerinin doğrulanmasını sağlayabilir. Bilinen bir algoritmanın daha sonra beyinde uygulandığı bulunursa, bu, genel bir genel zekâ sisteminin ayrılmaz bir bileşeni olarak akla yatkınlığını güçlü bir şekilde destekler. Bu tür ipuçları, kaynakların en verimli şekilde nereye tahsis edileceğini belirlerken uzun vadeli bir araştırma programı için kritik olabilir. Örneğin, bir algoritma istenen veya beklenen performans düzeyine tam olarak ulaşmıyorsa, ancak bunun beynin işleyişinin özü olduğunu gözlemliyorsak, yapay sistemlerde çalışmasını sağlamaya yönelik iki katına çıkan mühendislik çabalarının muhtemelen karşılığını alacağını öngörebiliriz (16).

Yapay zekâ ile ilgili yapılan çalışmalarda sinir sistemini tamamen kopya etmek temel amaç değildir. İlgilendiğimiz şey, beynin kullandığı algoritmalar, mimariler, işlevler ve temsiller gibi sistem sinir bilimi düzeyinde bir anlayıştır. Bu kabaca, Marr'ın herhangi bir karmaşık biyolojik sistemi anlamak için gerekli olduğunu belirttiği üç analiz seviyesinin en üstteki iki seviyesine karşılık gelir. Algoritmik seviye ve uygulama seviyesi anlaşıldığında yapay zekâ sistemlerine yeterli veri sağlanmış olacaktır (17).

Sinir biliminin üzerinde çalıştığı en önemli konulardan biri öğrenmedir. İnsan beyni anne karnından başlayan ve ömür boyu devam eden bir öğrenme döngüsü içerisindedir.

Tecrübeler ve duyular ile elde edilen bilgiler beyne bilgi aktaran önemli veri kaynaklarıdır. Beyin bu veri kaynaklarından elde edilen bilgileri süzgecinden geçirip ilgili beyin bölgelerinde kaydetmektedir. İşitme, görme, duyma, tatma, ağrı, ısı gibi pek çok bilgi ilgili beyin bölgelerinde kaydedilmekte ve ihtiyaç duyulduğunda bu bilgilere başvurularak olaylar ve gelişmeler karşısında verilmesi gereken uygun çıktılara dönüştürülmektedir. Olaylar karşısında verilmesi gereken tepkilere emosyonel duygu da yine beyin tarafından katılmaktadır. Yapay zekâ alanındaki gelişmeler de beynin bu öğrenme modeline göre gelişmektedir. Veriler aktarılacak ve bu veriler arasındaki ilişki ve uygun çıktılar neler olabileceği öğretilerek yapay zekâ geliştirilmektedir. Beynin konuşma, görme, duyma, bellek gibi alanları bu fonksiyonlar için özelleştirilmiştir. Bu alanların gelişimsel bozukluklarına veya sonradan gelişen patolojik süreçlere bağlı olarak bu fonksiyonlarda kayıp görülebilmektedir. Bu tür patolojik süreçlerde uygun nörorehabilitasyon programları ile beynin bu fonksiyonları olabildiğince öğrenmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Yapay zekâ örneklerinde olduğu gibi hangi fonksiyonda veri yetersizse bu alanda daha çok veri sağlanmaya ve bu bilgiler uygun çıktılara dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Beynin gelişimi ile nörodejenerasyonu da paralel bir şekilde görülmektedir. Yaş ile uyumlu unutkanlık ve ileri nörodejenerasyon sonrası ortaya çıkan demans tabloları, öğrenilmiş bilginin bu patolojik süreçler sonrası kaybı ile görülmektedir. Bu durumda beyne yeni bilgi aktarımı güçleşebilmekte ve beyin yeni bilgi kabul etmeyebilmektedir. Yapay zekâ alanındaki çalışmalarda makine öğrenme sürecinde aktarılan bilgiler zaman geçtikçe beyinde olduğu gibi dejenere olmayabilir ve bilgi aktarımı süreklilik kazanabilir. Yine yapay zekâ modellerinde zamanla var olan bilgi havuzunda eksilme görülmeyebilir. Bu açıdan bakıldığında makine öğrenmesi ile gelecek yıllarda var olan bilginin gittikçe arttığı, zaman geçse de unutulmadığı modellerin gelişeceği bir gerçektir. Yapay zekâ alanındaki gelişmelerde önemli olan, yıllar geçse de hep var olacak bu verilerin ve modellerin çıktılarının sağlıklı bir süreçle yürütülebilmesidir. Beynin verdiği emosyonel çıktılarının makine öğrenmesi ile sağlanması ise gelecek yıllarda yapay zekânın üzerinde çalışacağı önemli konulardan biri olacaktır. Tüm bu açılardan bakıldığında, sinir bilimi ile uğraşan bilim insanlarının yapay zekâ alanındaki çalışmalarının içerisinde olmasının bu alandaki gelişmelerin şekillenmesinde, bundan önceki yıllarda olduğu gibi bundan sonra da önemli katkı sağlayacağı bir gerçektir.

Araştırmacılar biyolojik beyinlerdeki çalışma belleğini incelemek için PET ve fMRI vesilesiyle beyindeki prefrontal korteksin önemli bir parça olduğunu bulmuşlardır (18). Yapay zekâ araştırmacıları, sinir biliminin çalışan bellek araştırmalarından esinlenerek, bir bellek modülünü makine öğrenimi modellerine dahil etmeye çalıştılar. Temsili bir yöntem,

doğal dil işleme, videoyu anlama ve zaman serisi analizi gibi birçok sıralı işleme görevinin temelini oluşturan LSTM'dir (9). Yakın zamanda yapılan bir çalışma, çalışan bir bellek modülüyle, bir modelin, belirli noktalar arasındaki en kısa yolu bulma ve rastgele oluşturulmuş grafiklerdeki eksik bağlantıları çıkarma gibi karmaşık muhakeme ve çıkarım görevlerini yerine getirebileceğini göstermiştir (18). Önceki bilgileri hatırlayarak, yeni bir kavramı öğrenmek için sadece birkaç etiketli örnek gerektiren tek adımlı öğrenme gerçekleştirilebilir (19).

Sinir bilimi, beynin işleyişini konu alan; bilişsel sinir bilimi, sistem sinir bilimi gibi beynin çalışmasıyla ilgili tüm alanları, ürettiği davranışları ve bunu yaptığı mekanizmaları içermektedir. Yapay zekâ ise, makine öğrenimi, istatistik ve akıllı makineler inşa etmeyi amaçlayan yapay zekâ araştırmalarındaki çalışmaları öncelik olarak görmektedir (20). Zekâ kavramının alt başlıklarına bakıldığında uzun süreli bellek, belleğin sınıflandırılabilme yeteneği, farkındalık ve bilinçlilik durumu, anlama ve karşı tarafa anladığını veya zihnindeki düşüncüyü aktarabilme yeteneğini sayabilmektedir.

Sinir bilimleri ve yapay zekâ arasındaki etkileşim bundan sonra da artarak devam edecektir. Sinir bilimleri alanındaki gelişmeler sayesinde yapay zekâ alanındaki ürün ve çıktıların hem teorik hem de pratik yansımaları çok daha etkili olacaktır. Hızla gelişme gösteren bu iki alanın ortak çalışmalarda buluşması, elde edilen sonuçların akademik alandaki etkisini ve toplum yararına olan katkısını arttıracaktır. Hızla ilerleyen bu iki alanda dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biri gelişmelerin etik ilkeler çerçevesinde olabilemesidir. İnsan beyninin robotlaşması veya makineye öğretilmesi sürecinde toplum ve bilim yararına gelişmelerin olabilemesi ancak etik ilkelere bağlı kalındığında mümkün olacaktır. Aksi takdirde ilerleyen zamanlarda robotlaşan insan beyninin kendi gelişimini ve ürünlerini geliştirmesi sürecinde olumsuz çıktılarının olabileceği düşünülebilir. Sinir bilimi ve yapay zekâ ile uğraşan bilim insanlarının bu etik kurallar çerçevesinde çalışmalarını yürütmesi ile daha sağlıklı bir yapay zekâ gelişimi sağlanarak bu risk en aza indirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Russell S, and Norvig P, Artificial intelligence: a modern approach, 4th ed., Pearson, 2002. p. 32-60.
2. Turing AM, Computing machinery and intelligence, in Parsing the turing test. Springer. 2009. p. 23-65.
3. Hochreiter S, and Schmidhuber J, Long Short-Term Memory. Neural Computation, p. 1735-1780. 1997. doi:10.1162/neco.1997.9.8.1735
4. Hinton GE, et al. "Distributed Representations." The Philosophy of Artificial Intelligence 1990.
5. Morris RG, Hebb DO, The Organization of Behavior, Vol. 65. Wiley: New York; 1949. doi:10.1016/s0361-9230(99)00182-3
6. Rosenblatt F, The perceptron: a probabilistic model for informa-

- tion storage and organization in the brain. Psychological review, 65(6), 1958. p. 386. <https://doi.org/10.1037/h0042519>
7. Hubel DH, Wiesel TN, Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex, Brain Physiology and Psychology. University of California Press. 2020. p. 129-150. doi:10.1113/jphysiol.1959.sp006308
 8. LeCun Y, et al., Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. Neural computation, 1989. 1(4): p. 541-551.
 9. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE, Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems, 2012. 25: p. 1097-1105. doi: 10.1145/3065386
 10. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G, Deep learning. nature, 2015. 521(7553): p. 436-444.
 11. Rumelhart DE, Hinton GE, Williams RJ, Learning internal representations by error propagation, California Univ San Diego La Jolla Inst for Cognitive Science. 1986. <https://doi.org/10.1038/323533a0>
 12. James W, The principles of psychology. Vol. 1. Cosimo, Inc. 2007. p. 40-72.
 13. Raichle ME, Positron emission tomography. Annual review of neuroscience, 1983. 6(1): p. 249-267.
 14. Scolarì M, Seidl-Rathkopf KN, Kastner S, Functions of the human frontoparietal attention network: Evidence from neuroimaging. Current opinion in behavioral sciences, 2015. 1: p. 32-39.
 15. Bahdanau D, Cho K, Bengio Y, Neural machine translation by jointly learning to align and translate. arXiv preprint arXiv:1409.0473, 2014.
 16. Hassabis D, et al., Neuroscience-Inspired Artificial Intelligence. Neuron, 2017. 95(2): p. 245-258. doi:10.1016/j.neuron.2017.06.011
 17. Marr D, and Poggio T, From understanding computation to understanding neural circuitry. 1976.
 18. Graves A, et al., Hybrid computing using a neural network with dynamic external memory. Nature, 2016. 538(7626): p. 471-476. <https://doi.org/10.1038/nature20101>
 19. Santoro A, et al., One-shot learning with memory-augmented neural networks. arXiv preprint arXiv:1605.06065, 2016.
 20. Legg S, Hutter M, A collection of definitions of intelligence. Frontiers in Artificial Intelligence and applications, 2007. 157: p. 17.
- Çıkar çatışması**
Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemişlerdir.
- Finansman**
Bu çalışmada finansal bir destek kullanılmamıştır.
- Teşekkürler**
Bu çalışma herhangi bir yerde sunulmamıştır.
- Etik Onay**
Derleme Makale olması nedeniyle etik onay alınmamıştır.
- Yazar Katkıları**
Motivasyon / Konsept: MT, SGT
- Çalışma Tasarımı:** MT, SGT
- Kontrol / Gözetim:** MT
- Veri Toplanması ve / veya İşlemesi:** SGT
- Analiz ve / veya Yorum:** MT, SGT
- Literatür incelemesi:** SGT
- Makalenin Yazılması:** MT, SGT
- Eleştirel İnceleme:** MT
- Yazar Katkıları**
Motivasyon / Konsept: MT, SGT
Çalışma Tasarımı: MT, SGT
Kontrol / Gözetim: MT
Veri Toplanması ve / veya İşlemesi: SGT
Analiz ve / veya Yorum: MT, SGT
Literatür incelemesi: SGT
- Yazar Katkıları**
Motivasyon / Konsept: MT, SGT
Çalışma Tasarımı: MT, SGT
Kontrol / Gözetim: MT
Veri Toplanması ve / veya İşlemesi: SGT
Analiz ve / veya Yorum: MT, SGT
Literatür incelemesi: SGT

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-

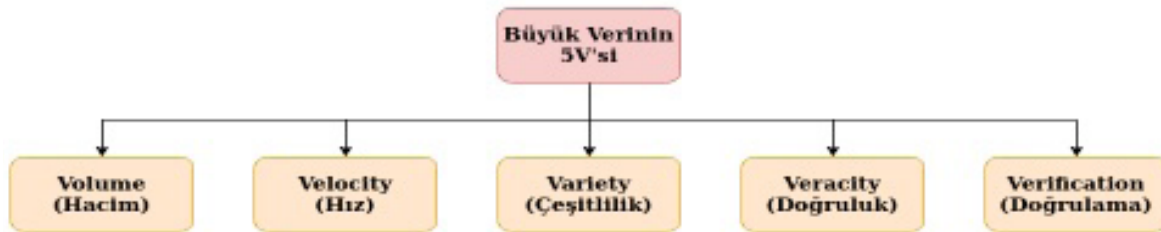
mında sanal bir dünya oluşturularak tıp eğitimi, nörodejeratif bozuklukların rehabilitasyonu gibi kullanım alanları olan sanal gerçeklik (VR) teknolojisi, sanal dünya ile gerçek dünyayı birleştiren ve tıp eğitimi, omurga cerrahisi gibi alanlarda kullanılan artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi ve sanal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

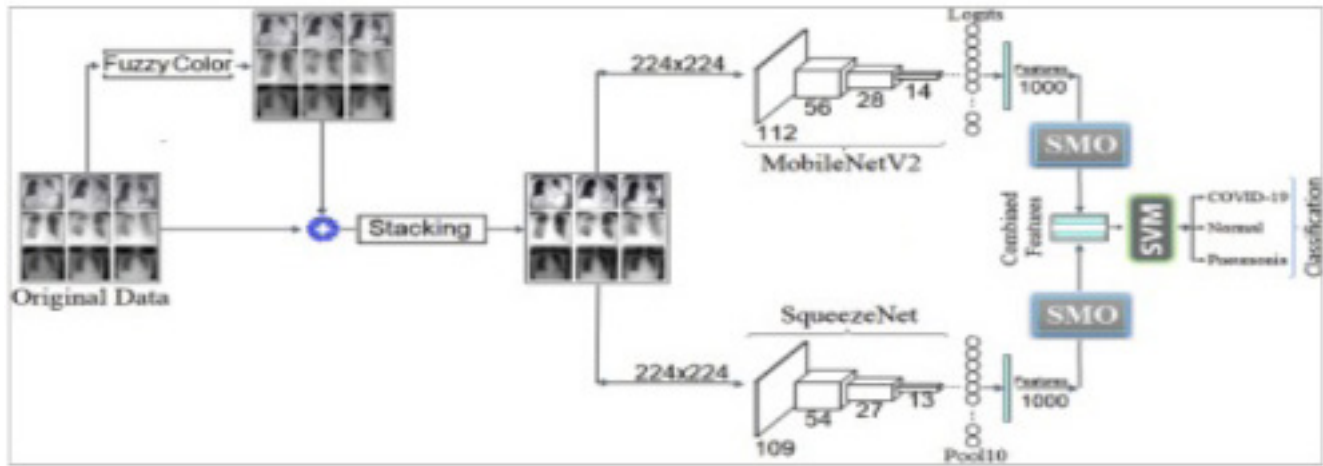
Göğüs ağrısı ile acil servislere başvuran hastalarda göğüs ağrısının koroner ateroskleroza bağlı olup olmadığını anlamak için geliştirilen yapay zeka algoritmasının CCTA değerlendirmesinde (17) koroner ateroskleroza bağlı olmayan göğüs ağrısı şikayetli hastaların yüksek negatif (%95) tahmin değeriyle 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 mikroskopu 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/>
- Altındış 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. Seveli 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

Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi

Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences

Yapay Zekâ ve Hemşirelik

Artificial Intelligence and Nursing

Ayşe AKGERMAN^{*1}, Ezgi Dilan ÖZDEMİR YAVUZ², İbrahim KAVASLAR³, Serkan GÜNGÖR⁴

ÖZET

Yapay zekâ teknolojisinin kullanım alanı hizmet sektörünün çok önemli bir parçası olan sağlık hizmetlerinde de hızla artmaktadır. İnsansı özelliklere sahip olan yapay zekâ teknolojisinin hemşirelik bakım uygulamalarında kullanımının giderek yaygınlaşması hemşireler için **öğrenilmesi gereken yeni bir alan olarak görülmektedir. Bu derleme, hemşire bakım süreçlerini mesleki bilgi, klinik deneyim ve içgüdü ile karar veren hemşirelerin hasta ihtiyaçlarını karşılamak için yapay zekâ teknolojisini entegre ederek hemşirelik eğitimi, bakım uygulamaları ve yönetimdeki yeri ile yapay zekâ uygulamalarındaki etik kavramının önemine değinmek amacıyla tasarlanmıştır.**

Anahtar kelimeler: Yapay zekâ, hemşirelik, sağlık teknolojisi

SUMMARY

The field of use of artificial intelligence technology is also increasing rapidly in health services, which is a very important part of the service sector. The widespread use of artificial intelligence technology, which has humanoid features, in nursing care practices is seen as a new field for nurses to learn. This review is designed to address the importance of ethics in nursing education, care practices and management, and the importance of ethics in artificial intelligence practices by integrating artificial intelligence technology to meet the patient needs of nurses who make decisions in nursing care processes with professional knowledge, clinical experience and instinct.

Keywords: Artificial intelligence, nursing, health technology

Received / Geliş	06.10.2021
Accepted / Kabul	11.04.2022
Publication Date	26.04.2022

***Sorumlu Yazar
Corresponding Author**

***Ayşe AKGERMAN**

¹İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi,
Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5521-1823>
ayseakgerman@gmail.com

Ezgi Dilan ÖZDEMİR YAVUZ

²İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi,
Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID iD: 0000-0003-1025-7793

İbrahim KAVASLAR

³İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi,
Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID iD: 0000-0001-6172-3067

Serkan GÜNGÖR

⁴İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,
Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi,
Hemşirelikte Yönetim Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye

ORCID iD: 0000-0002-0441-9701

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.

GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ), ilk kez John McCarthy tarafından “zeki makineler, özellikle de zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliği” olarak tanımlanmıştır (1). Bu tanıma göre yapay zekâ, insan tarafından gerçekleştirilen “zekâ” olarak adlandırılan zihinsel faaliyetlerin makineler tarafından yapılması şeklinde ifade edilmektedir. Bilgisayar biliminde yapay zekâ, “çevrelerini algılayan ve bir hedefte başarı şanslarını en üst düzeye çıkarmak için harekete geçen akıllı ajanlar içeren cihazlar” olarak tanımlanırken (2), yapay zekâ üzerinde çalışmaları olan hemşire Fritz ve Dermody ise, “tıpkı bir insanın yapacağı gibi, zaman içinde insan hareketini değerlendirebilen ve o kişinin hareketiyle ilgili kararlar alabilen rasyonel bir ajan görevi gören bir bilgisayar algoritması” olarak belirtmektedirler (3).

Zamanla teknolojinin gelişmesi ile bilgisayarın da icadına paralel bir şekilde YZ konusundaki çalışmalar mümkün hale gelmiştir. Yapay zekâ tarihinin en önemli ismi olarak kabul edilen John McCarthy, 1956 yılında Hannover’da yapılan bir konferansta getirdiği öneri ile “Artificial Intelligence” (günümüzde ifade edildiği şekilde “yapay zekâ”) kavramı kullanılmaya başlanmıştır. ‘Logic Theorist’ ise kullanılan ilk YZ programı olarak bilinmektedir (4). 1960’lı yıllardan günümüze YZ teknolojisi finans, savunma sanayi, denetim sistemleri, bilgisayar ve video oyunları, otomotiv ve telekomünikasyon sistemleri olmak üzere pek çok sektörde kullanılmaktadır. 1970’li yıllara ulaşıldığında ise sağlık hizmetlerinde ilk YZ uygulamaları kullanılmaya başlanmıştır (5).

Sağlık hizmetlerinde YZ’nin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte klinik yol tahmini, hastalık ilerlemesi, hastalık risklerinden korunma, tahmini hastalık risk puanlaması gibi pek çok analitik öngörüler oluşturulabilmektedir. Örneğin, elektronik sağlık kayıtları, hastane tedarik zinciri ve hastaya ilişkin veriler kullanılarak oluşturulan algoritma ile tanılara dayalı olarak hastaların hastanede kalış sürelerini tahmin etmek mümkün hale gelmektedir (6). Ayrıca, YZ tıbbi görüntülemelerde ayırıcı tanıya yardımcı olarak, hasta verilerini akademik kanıtlarla, düzenleyici yönergelerle ve tedavi planlarıyla birleştirerek hastalık yönetiminde kullanılabilir (7). Böylece, YZ analizi ile bakım süreçlerini sağlayan ve yöneten sistemlerin verimliliği ve etkililiği iyileştirilebilmektedir.

Yapay zekanın elektronik sağlık kayıtlarından toplanan devasa bulut tabanlı veri kümeleri arşivleriyle birleştirilmesi, robotlaşmanın karmaşıklığını daha da artırmaktadır. Akıllı telefonların yaygın kullanımı, sanal gerçeklik deneyimleri ve yapay zekâ tabanlı bakımın ortaya çıkışı, hastaları ve hemşireleri sağlık hizmetlerinde dönüşümsel bir yapıya hazırlamaktadır (8).

Yapay zekâ gibi, hemşirelik mesleği de ileri teknoloji ile giderek daha doygun hale gelmiştir. Hemşirelik mesleği,

başlangıçta 19. yüzyılın temel bilimsel ilkeleri kullanılarak oluşturulmuş, hemşireler tam zamanlı ve uygulamalı bakım vericiler olarak çalışmışlardır (9). Yıllar geçtikçe hemşirelik bakımı, teknolojinin akışı ile değişmiştir. Teknoloji, hemşireliği birçok yönden ilerletmekte, hasta güvenliğini artırmakta ve hemşirelerin hastayı daha yakından tanmasına olanak sağlamaktadır. Bunun aksine Watson ve arkadaşları, elektronik çizelge oluşturma, uzaktan yaşamsal belirti izleme ve Pyxis makineleri gibi teknolojilerin kullanımının, hemşireleri giderek hasta başından daha fazla uzaklaştıracağını düşünmektedirler (10). Bir başka görüşe göre, yapay zekâyı hemşirelik bakımına dahil etmek için doğru modelin, yapay zekâyı ikame olarak değil bakıma ortak edilerek kullanma olacağı ileri sürülmüştür. Hemşire ve yapay zekâ arasında bakım verici rolün, görevlerin göreceli yeterliliğine uygun şekilde paylaştırılabileceği belirtilmiştir (11).

Yapay zekâ teknolojilerinin, bakımın yanı sıra tanı ve tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde, hemşirelik eğitimi ve yönetimi süreçlerinde kullanımı da son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır (12). Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ karmaşık tıbbi verilerdeki muazzam artışın üstesinden gelmek için potansiyel bir çözüm olarak görülürken, günümüzde hemşirelerin yalnızca %15-20’si yapay zekâyı hasta bakım sunumundaki değişiklikleri izlemek için kullanmaktadır (7). Hemşirelik bakım süreçlerini tutarlı bir şekilde iyileştirmek ve hemşireleri günlük görevlerinde verimli bir şekilde desteklemek için yapay zekâ çözümlerinin geliştirilebileceği birçok başlangıç noktasına ihtiyaç vardır (13). Bu nedenle hemşirelerin yapay zekanın hasta bakımında kullanımını benimsemeleri önemlidir.

Hemşirelerin YZ ürünü bakım sistemleri kullanarak hemşirelik bakımını organize etme ve yönetme süreçlerinin yeniden tasarlanmasında etki eden dinamiklerin belirlenmesi gerekmektedir. Yapay zekanın hemşireliğin temel yeteneği olan üstün kaliteli hasta bakımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma hemşirelerin en temel görevi olan bakım hizmetinin sunumunda hemşirelerin yerini alacağı düşünülen yapay zekâ uygulamalarının (14) hemşirelik eğitimi, bakımı ve yönetimindeki yeri ile yapay zekâ uygulamalarındaki etik kavramının önemine değinmek amacıyla tasarlanmıştır.

Yapay zekâ ve hemşirelik eğitimi

Yapılandırıcı öğrenme kuramına göre öğrenciler, öğreticinin anlattıklarından, duydukları, okudukları ve gördükleri ile sahip oldukları bilgileri yorumlayarak kendi bilgilerini oluştururlar. Düşünebilen makinelerin geliştirilmesiyle insanlara ait olan bu becerilerin artık makineler tarafından da yapılabildiği bilinmektedir (15). Genel olarak yapay zekanın eğitimin bireyselleştirilmesinde (16), doğru kaynakları doğru zamanda sunabilmede (17), insanoğlunun baş edemeyeceği

boyutta olan bilgi yoğunluğunda kaybolmamasını sağlamada büyük roller alarak fayda sağlayacağı düşünülmektedir (18).

Yapay zekanın eğitimsel uygulamaları 1980'lerden 2000'li yıllara kadar bilgi tabanlı bir yaklaşım temelinde olmuşsa da (19) bugünkü çalışmalar veri ve mantık-tabanlı yapay zekâ uygulamalarının hemen hemen her alanda yer aldığı farklı uygulamaların olduğunu göstermektedir (20). Sağlık bilimlerinde gelişen teknoloji hastanede yatış süresinin kısalması, ayaktan tedavinin giderek yaygınlaşması, belirsizliklerin, yüksek risklerin, karmaşık problemlerin olduğu bir ortamda çözüme ulaşmak için hemşirelerin daha çabuk ve etkili karar vermesi gerekmektedir (21, 22, 23). Klinikte pratik becerilerinin yanında gözlem, araştırma ve değerlendirme becerilerinin de gelişmesi önem arz etmektedir (24). Yapılan bir araştırmada öğrencilerin bu becerilerinin, yetersiz insan kaynağı nedeniyle uygulama sırasında istenen düzeyde değerlendirilemediği saptanmıştır (25). Ayrıca hemşirelik mesleğini şekillendirmede önemli bir grubu temsil eden hemşirelik eğitimcilerinin, öğrenci hemşireleri uygulama dünyasının gerçeklikleri ve ötesine hazırlarken yapay zekâ, robotik ve yenilikçi teknolojiler gibi geleceğe odaklı konuları ele almak için yeterli donanıma sahip olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (26, 27).

Hemşirelik ve tıp öğrencilerinin ameliyathanedeki ilk deneyimleri sırasında yaşadıkları stres ve korkuyu azaltabileceği düşünülen bir simülasyon oyunu geliştirilerek deneysel bir çalışma ile etkinliği incelenmiştir. Kontrol ve deney grubu şeklinde ikiye ayrılan bu öğrencilerden simülasyon oyununa dahil olan deney grubu öğrencilerinin korkularının azaldığı ve daha az hata yaptıkları görülmüştür. Ayrıca bu öğrencilerin ameliyathanede nasıl davranması gerektiğine dair daha bilgili ve hasta ya da personele karşı daha iş birliği tutum sergiledikleri sonucu elde edilmiştir (28). Yine bir başka çalışmada Dariel ve arkadaşları tarafından bilgi ve bilişim teknolojilerindeki gelişmelerden yararlanılarak evde bakım ve toplum ortamlarında hemşirelerin klinik muhakeme ve tespit becerilerini geliştirmek için yapay zekâ temelli oyun oluşturmayı ve test etmeyi amaçlayan üç aşamalı bir proje planlanmış ve ilk aşaması tamamlanmıştır (29). Bu projenin hemşireler için güvenli, tutarlı ve verimli bir öğrenme deneyimi sunan önemli bir araç haline geleceği öngörülmektedir. Hemşirelik öğrencilerinin mezun olduktan sonra çalışırken hizmet verdiği bireylerle ve beraber çalışacağı diğer sağlık uzmanlarıyla daha iyi iletişim kurması için yapay zekâ ile geliştirilen sanal anime hastaların olduğu bilgisayar uygulaması yapılmıştır. Çeşitli şikayetleri olan sanal hastaların kullanıcı ile iletişime geçerek hemşirelik öğrencilerinin iletişim becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin algılanan öz yeterlikleri ve etkili iletişim becerilerine olan güvenlerini artıran özgün öğrenme ortamları sağlayabileceği sonucuna

ulaşmıştır. Ayrıca yapay zekâyı gerçek hayattaki konuşmaları simüle etmek üzere eğitmek için daha fazla iyileştirme ve sürekli geliştirmeye ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (30).

Huddersfield Üniversitesi'nde hemşirelere yara bakımı yönetiminde yardımcı olmak için sanal veya artırılmış gerçekliği kullanan projeye başlanmıştır. Proje, simüle edilmiş yaraların gerçek zamanlı senaryolarla hemşirelerin uygun bir yöntemi seçerek yarayı tanımlama ve tedavi etme girişimlerini gerçekleştirebileceği şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca etkili bir öğrenme deneyimi oluşturmak için dokunma, görme ve ses aracılığıyla hemşirelere uygulama sırasında geri bildirim verebilecek bir teknolojiye sahip olması yara bakım eğitiminin etkinliğini artıracığı öngörülmüştür (31).

Literatürde hemşirelik eğitiminde yapay zekâ kullanımı ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Sapci ve Sapci, tıp ve sağlık bilimi öğrencileri için yapay zekâ eğitimi ve araçlarıyla ilgili yapmış oldukları çalışmada hemşirelik eğitimi ile ilgili yalnızca bir çalışma yer aldığını ifade etmektedir (32). Yapay zekanın hemşirelik eğitimine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve hemşirelik eğitimcilerinin bu alanda öncülük etmeleri gerekmektedir.

Yapay zekâ ve hemşirelik bakımı

Sağlık hizmetlerinin diğer alanlarına çok benzer şekilde hemşirelik son yıllarda teknolojiyi giderek daha fazla kullanır hale gelmiştir. Teknoloji ile donanmış bir dünyada, hemşireler kendilerini yatak başında çeşitli teknolojilerden sorumlu bulmaktadır (33). Mevcut teknoloji, hemşireliği birçok yönden ilerletmiş ve hasta güvenliğine katkıda bulunmuştur (10).

Yapay zekâ yazılımı ile donatılmış robotlar, hemşirelerin fiziksel olarak iş yükünü azaltmaya yardımcı olmaktadır. Örneğin, 'Da Vinci' cerrah kontrollü robot, ameliyat sırasında insan ellerinin anatomik sınırlamalarını ortadan kaldırarak (34) ameliyathane hemşirelerinin sorumluluklarını azaltmakta ve cerrahın verimliliğini artırmaktadır (35). Xenex isimli robotların, mikroorganizmaları ortadan kaldırmak için çeşitli sağlık bakım ortamlarında (ultraviyole ışık kullanan yoğun bakım üniteleri de dahil) hastane kaynaklı enfeksiyonların yayılmasını önemli ölçüde azalttığı kanıtlanmıştır (36). 'Ro-bear' isimli kutup ayısına benzeyen bakım robotu, hastaları yatağa veya tekerlekli sandalyeye koyup kaldırabilmekte ve mobilizasyona yardımcı olabilmektedir (36). Hasta davranışlarını izleyen ve durumsal anormallikleri fark eden sensörleri kullanan bu bakım robotları, hemşirelere veya acil servislere bildirimde bulunmaktadır (37). TUG robotları, sağlık hizmetleri içinde ulaşım lojistiğinde kullanılmaktadır. Otonom pille çalışan TUG robotları ilaçları, laboratuvar numunelerini, hasta örtüleri ve yiyecekleri belirlenen varış yerlerine ulaştırmaktadır (38).

Yapay zekâ yazılımı ve robotik donanımın birleşimi, robotların insanlar gibi öğrenmesini, tepki vermesini ve tahmin etmesini sağlamaktadır (34). Bu tür robotlar günümüzde çocuklar, yaşlılar ve engelliler gibi savunmasız popülasyonlarla sosyal destek amacıyla çalışmaktadır (35). Örneğin PARO robotları, demans hastalarının ağrı düzeyi ve ruh halini olumlu yönde değiştirmek için ilişkiler kurmaktadır (39). İnsansı bir robot olan Pepper, bir koç, arkadaş veya eğitmeni olarak çeşitli ortamlarda çevre ve diğer insanlarla etkileşime girmektedir. Birkaç farklı dili tanır ve karşısındaki bireyin bir erkek, kadın veya çocuk olup olmadığını anlamaktadır. Göz sensörleri Pepper'ın insan duygularını algılamasına ve uygun şekilde tepki vermesine yardımcı olmaktadır (40). İnsansı özelliklere sahip bu robotların hastaya özgü ihtiyaçlarının belirlenmesi ve etkin hemşirelik bakımının sunulmasında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir (67).

Yapay zekâ, fiziksel ve sosyal sağlık hizmeti görevlerini destekleyen akıllı robotlara ek olarak, büyük verileri analiz etmekte, hasta sonuçlarını olumlu yönde etkileyen kararlar almakta ve tedavi planları yapmaktadır (41). Bu nedenle, hemşirelikte teknolojik yetkinlik önem kazanmakta ve bu teknolojik gelişmeler hemşirelik uygulamalarını güçlendirmektedir. Hemşirelerin teknolojik yetkinlikle verdiği bakım, hemşirenin hastayı daha iyi tanımasına olanak tanımaktadır. YZ aracılığıyla anlık hasta geri bildirimini sağlayan yatak başındaki makineler, hasta hakkında hemşirenin elde ettiği veriden daha fazlasını bir anda açığa çıkarmakta ve hastanın durumuna yönelik daha fazla müdahaleye imkan sağlamaktadır. Yapay zekâ yoluyla anlık hasta geri bildirimini ile sağlanan ilişki, hemşire-hasta ilişkisinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (33). Örneğin, YBÜ' deki YZ programlarının, hastanın mevcut durumuna göre, mekanik ventilatörler ve intravenöz pompalar gibi makineleri entegre etmesi öngörülmektedir (42). Sağlanan sürekli hasta geri bildirimini ile YZ tarafından hemşirenin hastayı kapsamlı değerlendirmesi mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra hemşireler, değişken hasta ihtiyaçlarını yöneten, hasta değerlerini, inançlarını, duygularını ve beklentilerini dengeleyen bir rol üstlenmektedir (33).

Hemşireler yatak başında yapay zekâ kullandığında, hemşirelik dışı görevlere daha az ve bakıma daha çok odaklanabilmekte (43) dolayısıyla hemşirelerin idari görevlerini hafifletmektedir. Erken uyarı sağlama için programlanan algoritmalar, elektronik sağlık kayıtlarından veri çekerek yüksek riskli hastaları belirleyebilmekte, hasta karşılaştırmaları yaparak verimliliği ve hasta güvenliğini iyileştirmektedir. Böylece hemşireler için son derece zaman alan hastaların geçmiş verilerine dayanan kapsamlı bir hasta profili elde etmek oldukça kolaylaşmaktadır (44).

Hemşirelerin, yapay zekâyı benimsemesi ile hastanın kötüleşmesinden önce müdahale etme, hastalara bütünsel

olarak bakma ve bakımın çeşitli yönlerini yönetme yeteneklerinin güçleneceği düşünülmektedir (10). Bu nedenle hemşireler, yapay zekanın hemşirelik bakım ve uygulamalarını ne ölçüde geliştirdiğini belirleme noktasında öncülük etmelidir.

Yapay zekâ ve hemşirelik yönetimi

Sağlık hizmetlerinin sunumunda artan maliyet, nüfusun artması, hizmete erişilebilmede eşitsizlik, sağlık iş gücünün yetersizliği gibi pek çok neden sağlık hizmetlerinin etkili ve verimli bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir. Özellikle az işgücü ve düşük maliyet ile etkin hemşirelik bakım hizmetlerinin sunulması küreselleşmenin sağlık hizmetlerine getirmiş olduğu bakış açısının önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu sorunun çözümünde sağlıkta yapay zekâ teknolojisinin kullanımı gündeme gelmektedir (45). Yapay zekâ teknolojisinin hemşirelik bakım sunumunda kullanımı yönetici hemşirelerin yeni rolleri arasında sayılmaktadır. Yönetici hemşireler hemşirelik bakım hizmetlerinin, yapay zekâ destekli yeniden kavramsallaştırılmasında önemli bir role sahiptir (46)

Hasta ile ilgili çok sayıda veriyi işleyebilen yapay zekâ teknolojileri, geleneksel veri kayıt yöntemine bağlı veri kayıplarını, uyumsuzluğu ve hata oranını azaltarak bilgi kullanımına yeni bir boyut getirmektedir (47). Bu noktada YZ yönetici hemşirelere hastaya verilen hemşirelik bakım kalitesinin değerlendirilmesinde objektif veri sağlamaktadır. Yapay zekâ destekli teknolojiler, yönetici hemşirelere hasta akışını kolaylaştıran, hastanede ne zaman yüksek yatak doluluğu olacağını tahmin edebilen sistemler ile ileriye dönük insan gücü planlama stratejileri imkanı sunmaktadır (48). Bu sistem ile hastanede yatak doluluk oranı anlık değerlendirilebildiği gibi hastaların taburculuk sonrası yeniden yatış yapma olasılığı da hesaplanabilmektedir. Özellikle acil servis gibi hasta sirkülasyonunun çok olduğu birimlerde zamana bağlı hasta başvuru sayıları hesaplanarak gelecek günler için iş yoğunluğunun belirlenmesine olanak sağlamaktadır (49). Ayrıca insan gücü planlamada hemşirelik davranışsal değerlendirmeleri yapan yapay zekâ teknolojisi ile hemşirelerin güçlü yönleri ve yetenekleri belirlenerek iş ortamı için en uygun nitelikte hemşire seçimi yapılabilmektedir (50). Böylelikle hemşire yöneticiler maliyeti ve kaliteyi doğrudan etkileyen insan gücü kaynağını sağlamış olurlar (51).

Yapay zekâ kullanılacak alanların belirlenmesi ve kontrolünün yapılması da yönetici hemşirelerin sorumluluğundadır. Hemşirelik bakım sürecinin en önemli parçası olan analitik ve eleştirel düşünme yeteneği yapay zekâ teknolojileri ile ikame edilemeyeceği için devredilecek rutin ve düşük riskli alanların belirlenmesi önem taşımaktadır (52). Bu sayede hemşirelerin gereksiz zaman kayıplarının önüne geçilerek bakıma odaklanmaları mümkün olacaktır (43).

Yönetici hemşireler yapay zekâ teknolojisinin hemşirelik bakımında kullanımının hemşireler tarafından benimsenmesi konusunda öncülük etmelidirler. Sun ve Medaglia, yapay zekâ teknolojisinin sağlık kurumlarına adaptasyon sürecinde karşılaşılan sorunlar arasında hasta verilerinin paylaşılmasına yönelik örgütsel direnç, nitelikli personel eksikliği ve değişen işgücünün tehdit olarak algılanması gibi yönetsel boyutları içerdiğini ifade etmektedir (53).

Sağlık alanında artan yapay zekâ uygulamaları ve teknolojiyi hemşirelik bakımına dahil etmek ve benimsenmesini sağlamak için hemşirelerin katılımcı ve destekleyici rolleri yönetici hemşireler tarafından güçlendirilmelidir. Yapay zekâ teknolojisinin kullanıma ilişkin eğitimler düzenleyerek hemşirelerin bilgi eksikliği giderilmeli ve klinik uygulamada kullanımını teşvik edilmelidir.

Yapay zekâ ve etik

Yapay zekanın sektörler arasında geliştirilmesi ve kullanımı öncesinde, etik temellere dayandırılması gerekmektedir (54). Etik kurallar ve ahlaki değerler, farklı normlara sahip etnik gruplar, milletler ve ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, herkes dürüstlük, doğruluk, şeffaflık, iyilik-severlik, özerkliğe saygı ve kötü niyetli olmama konusunda hemfikirdir (55).

Kaku (2018), yapay zekâ ve robotların bir gün insanlardan daha zeki olacağını ve kendi kendilerini kopyalayarak her sürümde daha zeki birer robot olarak geri döneceklerini belirtmiştir (56). Bu nedenle yapay zekanın insanlığın yerini alacağı, telafi edilemeyecek sonuçlar oluşmadan önce bilim insanlarının, uygun önlemleri alması gerektiği ifade edilmektedir. Yapay zekanın akıllıca davranıp insanlara hükmetmeye başlayacağına dair endişeler görülmektedir. Bu görüşü benimseyen hemşireler, işlerini kaybetme endişesiyle yapay zekanın sağlık hizmetlerinde kullanılmasına karşı direnç gösterebilmektedir (57). Çevrim içi etkileşimlerin yüz yüze sosyalleşmenin yerini alması gibi robot bakıcıların da kişiler arası etkileşimlerin yerini almasından endişe ettikleri belirtilmektedir (58). Stokes ve Palmer (2020), insan-makine etkileşimlerinin etik olarak zararlı olduğunu ayrıca insana özgü olan dostluk, arkadaşlık ve sosyal etkileşimlerin makineler tarafından gerçekleştirilmesinde bir yanılsama oluşturacağını düşünmektedirler (59). Sharkey ve Sharkey (2010), bakım botları olarak adlandırılan yardımcı robotların hastanın mahremiyetinin korunması konusunda birtakım endişeler doğurduğunu ifade etmektedirler (60). Örneğin, bakım botlarının sahip olduğu verilerin erişim izni olmayan kişiler tarafından kullanılması kişisel verilerin gizliliğini ihlal edebilir (61).

Düşünen makineler yaratma olasılığı makinelerin insanlara ve diğer varlıklara ahlaki açıdan zarar vermesi ile ilgili etik sorunlar ortaya çıkarmaktadır. İnsan zekasından daha üs-

tün olacağı öngörülen yapay zekanın yalnızca iyilik amaçlı kullanılması sağlanmalıdır (62). Yapay zekâ, üreten kişiye karşı dost olabileceği gibi düşman da olabilir. Üretilen yapay zekanın yaptığı hatanın sorumluluğunun üreticiye mi yoksa yapay zekaya mı ait olacağı tartışmalı bir konudur (63). Aksi halde ortaya çıkacak sonuçlardan üretici sorumlu tutulabilir. Etik açıdan bakıldığında, çoğunlukla veya yalnızca bir cihaz tarafından üretilen bir eylemin gerçekten bir insana atfedilip atfedilemeyeceği de sorgulanmalıdır (64). Yapay zekâ teknolojisinin etik bir çerçevede kullanıcı merkezli geliştirilmesi ve tasarlanması ile benimsenmesi mümkün olacaktır (65).

Değerleri, insanlardan makinelere tanımlamanın ve uyarılmanın en iyi yolunu belirlemede, insanlar için tanımlanan zarar vermeme, fayda sağlama, hasta özerkliğine saygı ve adalet gibi çeşitli tıbbi etik ilkeler göz önünde bulundurulmalı ve sonuçları dikkate alınmalıdır (65). Bu bağlamda, bütüncül bakım veren hemşirelerin ahlaki yükümlülüğü, hastaların çıkarlarına en uygun şekilde hareket etmek ve onlara zarar vermemektir. Hastanın bireysel arzu ve değerlerine saygı gösterirken sağlıklı olmalarını sağlamak ve sürdürmek hemşirelerin sorumluluğundadır.

Hastaların iyilik hallerinin sürdürülmesinin yanı sıra acil durumlarda iki kişiye aynı zamanda müdahale etme sırasında hemşirelerin önceliklendirme yapmada etik açıdan karşılaştığı zorluklar, yapay zekâ için etik bir paradoks oluşturabilir. Böyle olası bir durumla başa çıkabilmek için doğru ve kritik kararlar alabilen yazılımsal bir etik kod eklenmesi gerekmektedir (66). Üreticinin yapay zekanın etik konular çerçevesinde hareket etmesi için gerekli önlemleri en başından yazılımsal olarak alması gerekmektedir (56, 63).

Yapay zekâ ürünü robotlar ve yazılımlar, insanların hissettikleri fiziksel ve duyuşsal yeteneklere sahip olmadıkları sürece, insanlarla aynı etik statüde olmaları hakkında konuşulmasının doğru olmayacağı düşünülmektedir (63). İnsanların yaratıcısı nasıl Tanrı ise, yapay zekaların yaratıcısı da insanlardır. Yapay zekanın etik sınırları insanlar tarafından çizilmeli ve sorumluluk insanlara ait olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Ahuja, A. S. (2019). The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician. *Journal of PeerJ*, 7, e7702. Doi: 10.7717/peerj.7702
2. Aitken, R., Faulkner, R., Bucknall, T., ve Parker, J. (2002). Aspects of nursing education: the types of skills and knowledge required to meet the changing needs of the labour force involved in nursing-literature reviews (064277241X). *National Review of Nursing Education Australia*. Erişim: <https://dro.deakin.edu.au/view/DU:30019782>
3. Akalın, B., ve Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta Dijitalleşme ve Yapay Zeka. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2(2), 128-137. Erişim: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1452754>

4. Anohina, A. (2007). Advances in intelligent tutoring systems: problem-solving modes and model of hints. *International Journal of Computers Communications Control*, 2(1), 48-55.
5. Aşkar, P., ve Kızılkaya, G. (2006). Eğitim yazılımlarında eğitimsel yardımcı kullanımı: Eğitimsel ajan. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 25-31.
6. Bell, R. M., Fann, S. A., Morrison, J. E., ve Lisk, J. R. (2011). Determining personal talents and behavioral styles of applicants to surgical training: a new look at an old problem, part I. *Journal of Surgical Education*, 68(6), 534-541. doi:10.1016/j.surg.2011.15.016
7. Bloss, R. (2011). Mobile hospital robots cure numerous logistic needs. *Industrial Robot: An International Journal*, 38(6), 567-571. doi:10.1108/01439911111179075.
8. Buhler-Wilkerson K, D'Antonio P. (2020). History of nursing. *Britannica.com*. <https://www.britannica.com/science/nursing>. Published February 22, 2019. Erişim Tarihi: 17.04.2021.
9. Burton, R., Brown, J., ve Sleeman, D. (1982). *Intelligent Tutoring Systems* (M. C. Polson ve J. J. Richardson Eds.): Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
10. Carroll, W. (2018). Artificial intelligence, nurses and the quadruple aim. *Online Journal of Nursing Informatics*, 22(2).
11. Clancy, T. R. (2020). Artificial Intelligence and Nursing: The Future Is Now. *JONA: The Journal of Nursing Administration*, 50(3), 125-127.
12. Coiera, E. (2003). Clinical decision support systems. *Guide to health informatics*, 2(1), 201-216.
13. Çelebi, V., ve İnal, A. (2019). Yapay Zeka Bağlamında Etik Problemi. *Journal of International Social Research*, 12(66). Doi:10.17719/jisr.2019.3614
14. Dariel, O. J. P., Raby, T., Ravaut, F., ve Rothan-Tondeur, M. (2013). Developing the Serious Games potential in nursing education. *Nurse Education Today*, 33(12), 1569-1575.
15. Davies, N. (2016). Can robots handle your healthcare? *Journal of Engineering Technology*, 11(9), 58-61. doi:10.1049/et.2016.0907 Erişim : <https://eandt.theiet.org/content/articles/2016/09/can-robots-handle-your-healthcare/>
16. Del Blanco, Á., Torrente, J., Fernández-Manjón, B., Ruiz, P., ve Giner, M. (2017). Using a videogame to facilitate nursing and medical students' first visit to the operating theatre. A randomized controlled trial. *Nurse education today*, 55, 45-53.
17. Duque, G., Fung, S., Mallet, L., Posel, N., ve Fleiszer, D. J. J. o. t. A. G. S. (2008). Learning while having fun: the use of video gaming to teach geriatric house calls to medical students. 56(7), 1328-1332.
18. Ebricht, P. R., Patterson, E. S., Chalko, B. A., ve Render, M. L. (2003). Understanding the complexity of registered nurse work in acute care settings. *JONA: The Journal of Nursing Administration*, 33(12), 630-638.
19. Etzioni, A., ve Etzioni, O. J. I. S. (2017). The ethics of robotic caregivers. *Journal of Interaction Studies*, 18(2), 174-190.
20. Fritz, R. L., ve Dermody, G. (2019). A nurse-driven method for developing artificial intelligence in "smart" homes for aging-in-place. *Journal of Nursing Outlook*, 67(2), 140-153.
21. Gibney, E. (2020). The battle for ethical AI at the world's biggest machine-learning conference. *Journal of Nature*, 577(7791), 609-610.
22. Glannon, W. (2006). Neuroethics. *Journal of Bioethics*, 20(1), 37-52. doi:10.1111/j.1467-8519.2006.00474.x
23. Griffith C. (2018). Next time you go to the hospital or the doctor, look out for a robot named Pepper helping out. *Kids News*. Erişim: <https://www.kidsnews.com.au/technology/next-time-you-go-to-hospital-or-the-doctor-look-out-for-a-robot-named-pepper-helping-out/new-story/98aa96c738d98aadbd4dfabd-80997f6a>. Erişim Tarihi: 05/05/21.
24. Grosan, C., ve Abraham, A. (2011). Rule-based expert systems. In *Intelligent systems* (pp. 149-185): Springer.
25. Holmes, W., Bialik, M., ve Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education. In *Boston: Center for Curriculum Redesign* (pp. 3-7). Erişim: <http://bit.ly/AIEDBOOK>
26. Kadri, F., Baraoui, M., & Nouaouri, I. (2019, September). An LSTM-based Deep Learning Approach with Application to Predicting Hospital Emergency Department Admissions. In *2019 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM) IEEE*. (1-6).
27. Kaku, M. (2018). *Geleceğin Fiziği*. %J Baskı, Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ, 163.
28. Keogh, T. J., Robinson, J. C., ve Parnell, J. M. (2019). Assessing behavioral styles among nurse managers: Implications for leading effective teams. *Journal of Hospital topics*, 97(1), 32-38.
29. Keskinbora, K. H. (2019). Medical ethics considerations on artificial intelligence. *Journal of Clinical Neuroscience*, 64, 277-282. doi:10.1016/j.jocn.2019.03.001
30. Kış, A. (2019). Eğitimde Yapay Zekâ (Y. Kondakçı, S. Emil ve K. Beycioğlu Eds.). 14. Uluslararası Eğitim Yönetimi Kongresi Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
31. Koç, E. (2013). Yöntem ve Uygulama Açısından Klinik Karar Destek Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi, İstanbul.
32. Lamphere, C. (2018). The dawn of a newish era: How AI, robotics, and everything in between shapes our world. *Journal of Online Searcher*, 42(4), 27-30.
33. Locsin, R. C. (2016). Technological competency as caring in nursing: Co-creating moments in nursing occurring within the universal technological domain. *Journal of Theory Construction Testing*, 20(1), 5.
34. Locsin, R. C. (2017). The co-existence of technology and caring in the theory of technological competency as caring in nursing. *The Journal of Medical Investigation*, 64(1.2), 160-164. doi:10.2152/jmi.64.160
35. Locsin, R. C., ve Ito, H. (2018). Can humanoid nurse robots replace human nurses. *Journal of Nursing*, 5(1), 1-6. doi:10.7243/2056-9157-5-1
36. MacFie, J., ve McNaught, C. (2015). The ethics of artificial nutrition. *Medicine*, 43(2), 124-126. doi:10.1016/j.mpmed.2014.11.012
37. Maney, K. (2017). How artificial intelligence will cure America's sick healthcare system. *Newsweek Magazine*. Ulaşım adresi: <https://www.newsweek.com/2017/06/02/ai-cure-americasick-health-care-system-614583.html>. Erişim Tarihi: 10.04.2021
38. McCarthy, J. (2004). What is artificial intelligence. *Computer Science Department Stanford University*, 2-12.
39. McGrow, K. (2019). Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Journal of Nursing*, 49(9), 46. doi:10.1097/01.NURSE.0000577716.57052.8d
40. Nafiah, R. H., ve Suharsono, T. (2019). Modified Early Warning Score (MEWS) as Predictor of Deterioration Risk on Patient with Stroke in Emergency Unit. *Journal of International Journal of Nursing Education*, 11(4). doi:10.5958/09749357.2019.00101.6.
41. Nagle, L. M., Kleib, M., ve Furlong, K. (2020). Digital health in Canadian schools of nursing Part A: Nurse educators' perspectives. *J Quality Advancement in Nursing Education*, 6(1), 4.

42. Nilsson, N. J. (2009). *The quest for artificial intelligence* (N. J. Nilsson Ed.). Cambridge University New York- USA: Cambridge University Press.
43. Pan, Y. (2016). Heading toward artificial intelligence 2.0, *Engineering*, 2(4), 409-413.
44. Pepito, J. A., ve Locsin, R. (2019). Can nurses remain relevant in a technologically advanced future? *Journal of International journal of nursing sciences*, 6(1), 106-110. doi:10.1016/j.ijnss.2018.09.013
45. Poole, D., Mackworth, A., ve Goebel, R. (1998). Computational intelligence and knowledge. *Journal of Computational intelligence: a logical approach*, 1(1), 1-22.
46. Pu, L., Moyle, W., ve Jones, C. (2020). How people with dementia perceive a therapeutic robot called PARO in relation to their pain and mood: A qualitative study. *Journal of clinical nursing*, 29(3-4), 437-446. doi:10.1111/jocn.15104
47. Risling, T. (2017). Educating the nurses of 2025: Technology trends of the next decade. *Journal of Nurse education in practice*, 22, 89-92.
48. RNAO (Ekim, 2020). *Nursing & Compassionate Care In The Age Of Artificial Intelligence: Engaging the Emerging Future*. Kanada: The Registered Nurses' Association of Ontario. Erişim Tarihi: 03.05.2021, Erişim: https://rnao.ca/sites/rnao-ca/files/RNAOAMS_ReportNursing_and_Compassionate_Care_in_the_Age_of_AI_Final_For_Media_Release_10.21.2020.pdf
49. Santoni de Sio, F., ve van Wynsberghe, A. (2016). When Should We Use Care Robots? The Nature-of-Activities Approach. *Science and Engineering Ethics*, 22(6), 1745-1760. doi:10.1007/s11948-015-9715-4
50. Sapci, A. H., ve Sapci, H. A. (2020). Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: systematic review. *JMIR Medical Education*, 6(1), e19285.
51. SAS Institute. Big data: what it is and why it matters. https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html. Erişim Tarihi: 05/05/21.
52. Schofield, R., Ganann, R., Brooks, S., McGugan, J., Dalla Bona, K., Betker, C. ve ark. (2011). Community health nursing vision for 2020: Shaping the future. *Journal of Western Journal of Nursing Research*, 33(8), 1047-1068.
53. Sharkey, N., ve Sharkey, A. (2010). The crying shame of robot nannies: an ethical appraisal. *Journal of Interaction Studies*, 11(2), 161-190.
54. Shorey, S., Ang, E., Yap, J., Ng, E. D., Lau, S. T., ve Chui, C. K. J. J. o. m. I. r. (2019). A virtual counseling application using artificial intelligence for communication skills training in nursing education: development study. 21(10), e14658.
55. Sparrow, R., ve Sparrow, L. (2006). In the hands of machines? The future of aged care. *Journal of Minds Machines*, 16(2), 141-161.
56. Stokes, F., ve Palmer, A. (2020). Artificial intelligence and robotics in nursing: Ethics of caring as a guide to dividing tasks between AI and humans. *Journal of Nursing Philosophy*, 21(4), e12306.
57. Strand, R., ve Kaiser, M. (2015). Report on ethical issues raised by emerging sciences and technologies. %J Norway: Centre for the Study of the Sciences the Humanities, University of Bergen, 23.
58. Sun, T. Q., ve Medaglia, R. (2019). Mapping the challenges of Artificial Intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare. *Journal of Government Information Quarterly*, 36(2), 368-383.
59. Tanioka, T., Osaka, K., Locsin, R., Yasuhara, Y., ve Ito, H. (2017). Recommended design and direction of development for humanoid nursing robots perspective from nursing researchers. *Intelligent Control and Automation*, 8(2), 96-110.
60. Turkle, S. (2017). *Alone together: Why we expect more from technology and less from each other*: Hachette UK.
61. Utku, K. (2018). Güvenli Yapay Zekâ Sistemleri İçin İnsan Denetimli Bir Model Geliştirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(1), 93-107.
62. Uzun, T. (2020). Yapay Zekâ ve Sağlık Uygulamaları. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 3 (1), 80-92. Erişim Tarihi:28.05.2021 Erişim: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ikacuiibfd/issue/54124/710604>
63. Watson, D., Womack, J., ve Papadakos, S. J. C. C. N. Q. (2020). Rise of the Robots: Is Artificial Intelligence a Friend or Foe to Nursing Practice?, 43(3), 303-311.
64. Waugh, P. (2018). Virtual and augmented reality: enhancing nurses' wound care management skills. *Wounds UK*, 14(2), 8-10.
65. West, H. (2020). Artificial Intelligence: Nurses Integral Role in Deployment. Erişim Tarihi: 19.03.2021, Erişim: <https://www.analyticsinsight.net/artificial-intelligence-nurses-integral-role-in-deployment/>
66. Wolff, J. L., Rand-Giovanetti, E., Palmer, S., Wegener, S., Reider, L., Frey, K. ve ark. (2009). Caregiving and chronic care: the guided care program for families and friends. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences Medical Sciences*, 64(7), 785-791.
67. Gümüş, E., ve Kasap, E. U. (2021). Hemşirelik Mesleğinin Geleceği: Robot Hemşireler: The Future of the Nursing: Robot Nurses. *Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi (Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences)* ISSN: 2757-9646, 1(2), 20-25.

Çıkar çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemişlerdir.

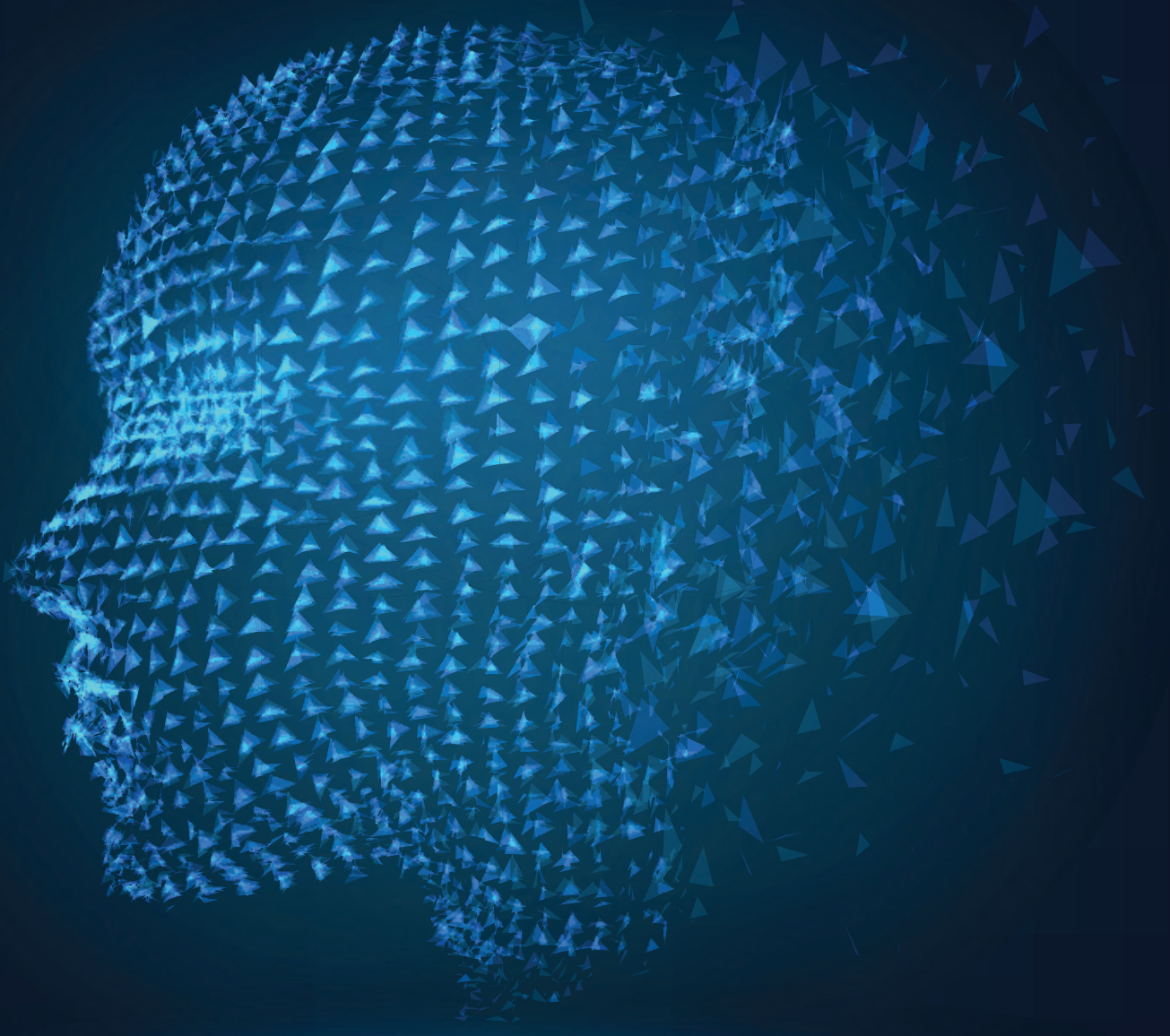
Finansman

Bu çalışma, herhangi bir kamu ve özel kuruluştan finansal destek almamıştır.

Yazar Katkıları

Motivasyon / Konsept: AA, EDÖY /SG, İK
Çalışma Tasarımı: EDÖY, İK, SG, AA
Literatür incelemesi: İK, AA, EDÖY, SG
Makalenin Yazılması: AA, EDÖY, İK, SG
Eleştirel İnceleme: SG, İK, EDÖY, AA

SAĞLIK BİLİMLERİNDE
YAPAY ZEKA
DERGİSİ



Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences