

Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı ve Etik Sorunlar

The Use of Artificial Intelligence in Health and Ethical Problems

Leyla Özdemir[®], Aylin Bilgin[®]

SHYD 2021;8(3):439-445
doi:10.54304/SHYD.2021.63325

Cite as: Özdemir L, Bilgin, A. Sağlıkta yapay zekanın kullanımı ve etik sorunlar. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi. 2021;8(3):439-445.

Öz

Sağlıkta dijitalleşme kapsamında geliştirilen yapay zeka uygulamaları, hastalıkların tanınmasında, hastaların değerlendirilmesinde, tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde ve hemşirelik bakımında kullanılmaktadır. Sağlıkta birçok alanda etkin rol oynayan yapay zeka, özellikle yaşlı bireyleri desteklemekte ve kronik hastalıklarının yönetimini sağlayarak sağlık sistemindeki yükü azaltmaktadır. Kronik hastalık yönetiminde hastaların düzenli izlenmesi, öz yönetim programları ve sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının benimsenmesi, mobil uygulamalar ve akıllı ev tasarımlarından yararlanılmaktadır. Birçok alanda kullanılmaya başlayan yapay zeka uygulamalarının yaygınlaşması, etik ikilemlerin ve bir takım endişelerin oluşmasına neden olmuştur. Bu derleme, yapay zeka hakkında genel bir bakış açısı sağlamak, sağlık alanında yapay zekanın kullanımı ve etik sorunlar hakkında bilgi sunmak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Etik, hemşire, teknoloji, sağlık, yapay zeka.

Abstract

Artificial intelligence applications developed within the scope of digitalisation in health are used in diagnosing diseases, evaluating patients, determining treatment methods, and nursing care. Artificial intelligence plays an active role in many areas of health, especially in supporting elderly individuals and alleviates the burden on the health system by managing chronic diseases. Regular follow-up of patients, self-management programs, adoption of healthy lifestyle behaviours, mobile applications, and smart homes are used in chronic disease management. The widespread use of artificial intelligence applications in many areas has caused ethical dilemmas and some concerns. This review was made to provide an overview of artificial intelligence and provide information about using artificial intelligence in health and ethical problems.

Keywords: Artificial intelligence, ethics, health, nurse, technology.

Received / Geliş:

20.04.2021

Accepted / Kabul:

25.08.2021

Published Online / Online Yayın:

25.12.2021

Corresponding author /

Sorumlu yazar:

Leyla Özdemir

Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik

Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği

Anabilim Dalı,

Ankara, Türkiye

✉ leylaceyran@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-0057-8027

A. Bilgin 0000-0002-1910-2985

Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik

Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği

Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Extended Abstract

The World Health Organisation has published a 4-year global strategy report on digital health to advance its vision of health everywhere and for all. The word robot entered the literature with Karel Capek's studies, and the first step for artificial intelligence was taken. Artificial intelligence applications, which are included in the field of health with technological developments, are frequently used in diagnosing diseases, evaluating patients, determining treatment methods, and developing healthy lifestyle behaviours. With the advances in artificial intelligence applications, advanced studies are carried out to treat some incurable diseases today. Nurses are healthcare professionals who communicate with individuals in the closest way. While providing patient care, nurses have roles such as collecting data effectively, determining correct nursing diagnoses, making plans, selecting materials related to care, managing time, and performing nursing practices based on their objective evaluations. It is extremely important to benefit from technological developments in all stages of the nursing process. Electronic recording systems, clinical decision support systems, and robots are used within the scope of artificial intelligence applications in nursing. The development of human intelligence functions such as thinking, generating ideas, and decision-making by artificial intelligence and including these applications in health raised ethical issues. These issues were raised especially because healthcare professionals can access patient records at any time with the development of electronic recording systems. This brought along ethical problems related to patient privacy and confidentiality and highlighted the need for legal regulations to ensure the security of patient information in health information systems. Since artificial intelligence is an application that requires high technology, access to them may be limited, and it damages the concept of equality in health. "Singularity", "transhumanism", "eugenics", and "Humanity 2" emerged when artificial intelligence applications exceeded the dimensions that human intelligence can perceive.

Giriş

Dördüncü sanayi devrimi, sağlık sektörü üzerinde önemli etkiler oluşturarak, sağlık 4.0 kavramının gelişmesine ve sağlıkta dijitalleşmenin hızlanmasına katkı sağlamıştır (Araújo, 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) her yerde ve herkes için sağlık vizyonu kapsamında dijital sağlık üzerine dört yıllık bir küresel strateji raporunu yayınlamıştır. Bu rapora göre dijital sağlık, "sağlığı iyileştirmek ve geliştirmek için dijital teknolojilerin benimsenmesi" olarak tanımlanmıştır (WHO, 2019). Dijital sağlık, klinik bilgi sistemleri, mobil-sağlık, giyilebilir sağlık teknolojileri ve yapay zeka uygulamalarını içermektedir. Yapay zeka, bir insan zekası gerektiren algılama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, çıkarım yapma ve karar verme gibi işlevlerin bilgisayar yazılımları ile yürütülebilmesidir (Araújo, 2020). Yapay zekadaki bu gelişmeler düşünüldüğünde bu derlemede, yapay zekanın sağlık alanında ve hemşirelikte kullanımı güncel yazın doğrultusunda sunularak, etik sorunlara değinilecektir.

Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımı

Hastalıkların Tanınması: Erken tanının önemli olduğu hastalıkların daha doğru ve erken aşamalarda belirlenmesinde yapay zeka uygulamalarından yararlanılmaktadır (Büyükgöze ve Dereli, 2019). "Watson Sağlık Platformu", kılavuzlardan, uygulamalardan, tıbbi dergilerden ve ders kitaplarından elde ettiği bilgilerle hastanın tıbbi kaydındaki bilgileri değerlendirmektedir (Strickland, 2019). Ayrıca, "Aidoc", görüntüleme sonuçlarında uygun olmayan yapıları işaretlemekte ve görüntüleme sonuçlarının raporlanmasında kolaylık sağlamaktadır (Driver, Bowles, Bartholmai ve Greenberg-Worisek, 2020). Akıllı bir saate bütünleştirilmiş "Alive-Cor" derin öğrenme sistemi, fiziksel aktiviteye dayalı ritim değişikliklerini gösteren bir sistemdir ve atriyal fibrilasyon riskini ortaya çıkarmaktadır (Hall, Mitchell, Wood ve Holland, 2020). Ayrıca, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, pnömoni veya kronik astım gibi çeşitli akciğer hastalıklarının değerlendirilmesinde "ResApp Sağlık" uygulaması kullanılmaktadır (Porter ve ark., 2019). Bu sistem bireyin nefes alışverişini değerlendirmek için telefon mikrofonundan yararlanmaktadır. Bu programlara ek olarak, hemşire robotlardan biri olan Laura, bir bilgisayar programı aracılığıyla hastanenin sepsis protokolünü ve erken tanı ölçütlerini öğrenmekte ve sepsis için erken tanı yapabilmektedir (Kalil, 2018).

Hastaların Değerlendirilmesi: Yapay zeka tabanlı uygulamalar, hastaların kan basıncı, solunum sayısı, saturasyonu ve kalp ritmi gibi yaşamsal bulgularını anlık olarak izleyebilmekte ve acil durumlarda sinyaller iletebilmektedir (Robbins, Krebs, Jagannathan, Jean-Louis ve Duncan, 2017). Acil servisler, yoğun bakım birimleri gibi hastane ortamlarında hastaların yaşamsal bulgularındaki değişimleri temel olarak çalışan erken uyarı sistemleri; alevlenmelerin fark edilmesini, miyokart infarktüsü, arrest, sepsis gibi acil durumların saptanmasını kolaylaştırmakta ve böylece sağ kalım oranını artırmaktadır (Barrett ve ark., 2019). Ayrıca, mobil cihazlara uyumlaştırılan uygulamalarla, bireyler, kendilerini sağlık açısından izleyebilmektedir. Diyabette, yapay zeka uygulamaları ile hastalar yeme alışkanlıkları, glikoz düzeyleri ve eylem düzeylerini

sıklıkla ev ortamından izleyebilmektedir. Bu mobil uygulamalar ile yürüme uzunluğu, kalp ritmi, günlük kaybedilen kalori miktarı gibi göstergeler açısından bireyler kendilerini izlemekte ve erken uyarılar aracılığıyla yan etki riski azalmaktadır. Günümüzde, yeni Korona virüs hastalığı sürecinde geliştirilen hemşire robotlar, tıbbi personel ile hastalar arasındaki iletişimi sağlamış, yaşamsal bulguları kayıt altına almış ve karantina süresinde hastaların tıbbi değerlendirmesini yapmıştır (Ward, 2020).

Tedavi: Klinik karar destek sistemleri, öncelikle hastaların belirtilerini ve demografik bilgilerini göz önüne alarak bir hastalığa yönelik tedavi algoritmalarına odaklanmaktadır. Bu sistem, ciddi enfeksiyonlara neden olan bakterileri tanımlamak ve bu enfeksiyonları tedavi edebilecek antibiyotikleri önermek için kullanılmaya başlanmıştır (Neill, 2013). Onkolojide, hastanın bireysel biyopsi sonuçlarından yola çıkarak ilaç kombinasyonlarının yapılmasında kullanılmaktadır (Gerke, Babic, Evgeniou ve Cohen, 2020). Hastalıklarının tedavi yöntemlerinden biri olan cerrahi uygulamalarda robotlar, üç boyutlu görüntüleme, titremenin ortadan kaldırılması, organ, doku ve sinirlere erişimi kolaylaştırması, cerraha ergonomik pozisyon sağlaması gibi yararları nedeniyle kullanılmaktadır (Walters ve Eley, 2011). Yapay zeka alanındaki ilerlemelerle birlikte dünyanın ilk ve tek robotik radyo cerrahi sistemi olan “Cyber Knife” geliştirilmiştir. Bu uygulama, yüksek doz radyasyonu tümöre değişik açılardan odaklayarak açık ameliyata gerek kalmadan kansız, ağrısız ve sağlam dokulara zarar vermeyen bir işlemle tedavi sağlamaktadır (Adler Jr ve ark., 1997).

Hemşirelik Bakımı: Hemşirelik sürecinde veri toplama, doğru hemşirelik tanımlarını belirleme, planlamaları yapma ve zamanı yönetme gibi tüm aşamalarda teknolojiye yararlanılması önemlidir (Clipper, Batcheller, Thomaz ve Rozga, 2018). Hemşirelikte robot kullanımı ilk olarak büyük çaba gerektiren hasta kaldırma ve hastaya pozisyon verme gibi uygulamaların yapılabildiği iskelet sistemleri ile oluşturulmuştur (Thomas, 2020). Daha sonra hastayı odasından bir uzmana bağlayabilen iletişimi sağlayan robotlar ve hasta bakımı için gerekli olan malzemeleri hemşirelere taşıyan ve malzemeleri saklayabilen yardımcı robotlar geliştirilmiştir (Thomas, 2020). Özellikle yaşlı nüfusun artması ile birlikte huzurevlerinde ve bakım evlerinde hastalarının banyo yapma, saç yıkama ve giyinme gibi bireysel bakım gereksinimlerini karşılayabilen ilk bakım robotları tasarlanmaya başlanmıştır (Thomas, 2020). Hastalarının hastaneye uyumlarını arttıran, hastaları karşılayan, odalarına götürülen ve sorularını yanıtlayabilen hemşire robotlarda bulunmaktadır (Van der Putte, 2019).

Gelecek Yönelimler: Avrupa Birliğinde 2013 yılında ‘İnsan Beyni Projesi’ adıyla insan beyninin işleyişini, yapısını, hastalık durumundaki değişimlerini araştırmayı amaçlayan bir proje oluşturulmuştur (Amunts ve ark., 2016). 2015 yılında Elon Musk tarafından yüksek hızda internet erişimini sağlamak amacıyla “Starlink Uydu Ağı” projesi başlatılmış ve 2017 yılında “Neuralink Projesi” gündeme getirilmiştir. Günümüzde Starlink ve Neuralink projelerinin birlikte insan beynini nesneleştirilebileceği ve insan beyninin yazılımlar aracılığıyla internete bağlanabileceği ön görülmektedir. Ayrıca Neuralink projesinde, insan beyninin içine yerleştirilecek kablosuz mikro bilgisayar ara yüzleri ile insan beynindeki nöron etkinliklerinin kayıt edilebileceği ve “Alzheimer, Demans, Parkinson” gibi hastalıkların tedavi edilebileceği vurgulanmaktadır (Kulshreshtha, Anand ve Lakanpal, 2019). 2020 yılında Nobel kimya ödülünü Emanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna, kanser ve çeşitli kalıtsal hastalıkların tedavisi için kullanılacak CRISPR/Cas9 gen düzenleme yöntemi ile kazanmıştır (Uyhazi ve Bennett, 2021). Bu yöntemde, hedef RNA, DNA üzerindeki gen dizilimini belirlemekte ve bu gen diziliminin çıkarılıp onarılabilmesi için bölgeye Cas9 proteinini çağırır. DNA gen dizilimindeki değişiklikler ile çeşitli kalıtsal hastalıkların tedavi edilebileceği öngörülmektedir.

Hastalıkların Yönetimi

Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışlarının Geliştirilmesi: Beslenme durumu, egzersiz durumu ve ilaç uyumu sağlıklı yaşam biçimi davranışlarıdır. Yapay zeka uygulamaları ile düzenli aralıklarla izlenen hastalara kişiselleştirilmiş eylem planları ve beslenme çizelgeleri oluşturulmaktadır (Contreras ve Vehi, 2018). Özellikle, çok şişman/obez veya fazla kilolu bireylerde kilo kontrolünü sağlamak amacıyla, yapay zeka uygulamaları tarafından stratejiler belirlenmekte ve duygusal destek sağlanmaktadır. Hastalıkların yönetiminin bir diğer önemli aşaması da ilaç uyumudur (Roosan ve ark., 2020). Yapay zeka temelli programlar hastaların doğru zamanda, doğru dozda ve doğru ilacı almasına yol göstererek ilaç uyumunu arttırmakta ve sağlık sistemindeki yükü azaltmaktadır. İlaç uyumunu arttırmaya yönelik geliştirilen programlar çoğunlukla telefonlarla bütünleştirilmektedir (Labovitz, Shafner, Reyes Gil, Virmani ve Hanina, 2017). Hastaların ilaç uyumlarını izlemek için giyilebilir teknolojilerde kullanılmaktadır. Özel olarak tasarlanmış akıllı bir kolye hastanın ilacını ne zaman yuttuğunu ayırt edebilmekte ve bu bilgiyi kayıt altına alarak hastanın ilaç dozu atlamasını veya fazla doz ilaç almasını önlemektedir (Kalantarian, Motamed, Alshurafa ve Sarrafzadeh, 2016). Ayrıca, ilaçların saklanması, düzenlenmesini, yüz ve ses tanıma özelliğiyle doğru ilacın doğru kişiye verilmesini sağlayan aile sağlığı robotları da geliştirilmiştir (Eggerth, Hayn ve Schreier, 2020).

Akıllı Evler: Akıllı evlerde hareketi algılayan birçok sensör/duyurga bulunmakta ve bu sensörler insan davranışlarını belirlemektedir. Akıllı evler, yaşlı bireylerin yaşamda etkin yer almasını ve kaliteli bir yaşam sürmesini sağlamaktadır (Fritz ve Dermody, 2019). Bir Amerikan teknoloji komitesi tarafından 2019 yılında yayınlanan “Yaşlanan Nüfusu Desteklemek İçin Gelişen Teknolojiler Raporu”, hastaların uzaktan izlenmesi, internet veya telefon tabanlı destek sistemlerinin kullanımının yaşlı bakımı için önemli olduğunu vurgulamaktadır (Zhao, Rokhani, Ghazali ve Chew, 2021). Ayrıca, akıllı ev tasarımları, demans hastalarının bakımında çok yararlı rol oynamakta ve demans hastaları için hatırlatıcılar sunmaktadır (Astell ve ark., 2019). Akıllı evler, demanslı hastalara sesli veya görüntülü komutlarla günlük yaşam etkinliklerinde kılavuzluk etmektedir (Astell ve ark., 2019). Yaşlı nüfusu desteklemek amacıyla geliştirilen akıllı ev tasarımları, günlük yaşam etkinlikleri sınırlanan hastaların desteklenmesi için kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2019). Ayrıca akıllı ev tasarımları kronik hastalıklarda hastaların ilaç kullanımını, fiziksel eylemleri ve belirtileri izlemek ve de hastaları yönlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Chau ve ark., 2012).

Elektronik Kayıt ve Karar Destek Sistemleri: Elektronik kayıt sistemleri ile hemşirelik uygulamaları görünür hale getirilmiş, sonuçların izlenebilirliği sağlanmış ve veri kayıplarının önüne geçilmiştir. Taşınabilir/mobil uygulamalar ile hemşirelerin hastalar hakkında yazdıkları elektronik kayıtlar gün sonunda toplanmakta ve özet veri şeklinde sesli veya yazılı rapor olarak aktarılabilmektedir (Balestra, 2017). Böylece hemşirelikte iş akışı eksiksiz ve doğru bir şekilde yapılabilmektedir. Yapay zeka uygulamaları ile bir hastanın bilgisayarına veya akıllı telefonuna erişilebilmekte ve uzak bir konumdan hastanın sağlık durumunu değerlendirerek hasta yönlendirilebilmektedir (Liao, Hsu, Chu ve Chu, 2015). Özellikle taburculuk sonrası hastanın izlenmesinde akıllı telefonların sensörleri kullanılarak hastaların yaşamsal bulguları, konuşma durumları ve yüz görüntüleri gibi önemli belirteçleri değerlendirilebilmektedir (Akalın ve Veranyurt, 2020). Yapay zeka uygulamalarından biri olan klinik karar destek sistemleri, etkili, standart, hızlı ve doğru karar alma durumunu artırmaktadır (Vetter, 2015).

Yapay Zeka Uygulamalarında Türkiye’deki Durum

Türkiye’de 2017 yılında “Yapay Zeka Araştırmaları Girişimi ve Door Teknolojisi” tarafından “Ulusal Yapay Zeka Stratejisi Ön Raporu” hazırlanmıştır (Önder ve Uzun, 2020). 2018 yılında “Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi” kurulmuştur (Tamer ve Övgün, 2020). Türkiye’de yapay zeka algoritmaları ve klinik karar destek sistemleri, ilk olarak dijital dönüşüm ofisi ve Gazi Üniversitesi iş birliği ile “Türk Beyin Projesi” kapsamında MR görüntüleme cihazı ile beyinde bulunan anormal yapıların belirlenebilmesi ve bir radyoloğa gerek kalmaksızın raporlanabilmesi gerçekleştirilebilmektedir. 2019 yılında sağlıkta hizmet kalitesini arttırmak ve teknolojinin sağlık sistemine uyumlaştırılmasını sağlamak amacıyla Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı bünyesinde “Türkiye Sağlık Veri Araştırmaları ve Yapay Zekâ Enstitüsü” kurulmuştur. Diyabet, alerji, astım ve mental sağlık gibi alanlarda izleme ve yönetimi sağlamak amacıyla Türkiye’de de taşınabilir uygulamalar üzerine çalışmalar yürütülmüştür (Akgün, Aktaş, ve Yorulmaz, 2019). Ayrıca Compack Şirketi tarafından “Tele Sağlık Projesi” ile kronik hastalıkların uzun süreli bakımlarında, ilaç, diyet ve egzersizlerin izlenmesinde kullanılan bir program geliştirilmiştir. Bu program, kaza veya ameliyat sonrası hastaların evinde izlenmesini sağlayabilmekte ve hasta yakınlarına bakım sürecinde destek olmaktadır (Bacaksız, Yılmaz, Ezizi ve Alan, 2020).

Yapay Zeka Uygulamalarında Etik Sorunlar

Elektronik kayıt sistemlerinin geliştirilmesi ile sağlık personelleri hasta kayıtlarına istedikleri zaman ulaşabilmektedir. Bu durum hasta mahremiyeti/gizliği ile ilgili etik sorunları beraberinde getirmiş ve sağlık bilgi sistemlerinde hasta bilgilerinin güvenliğini sağlamak amacıyla yasal düzenlemelerin yapılmasını gerekli kılmıştır (Okmeydan, 2017). Etik ilkelerden biri olan zarar vermeme yarar sağlama ilkesi ise yapay zeka programları aracılığıyla makinelere öğretilmektedir. Ancak, bu kodlamalarda yapılan değişiklikler, zarar verebilen robot veya makinelerin gelişmesine neden olabilmektedir (Burton ve ark., 2017). Yapay zeka yüksek teknoloji gerektiren uygulamalar olduğu için bunlara ulaşım sınırlı olabilmekte; bu durumda sağlıkta eşitlik kavramının zedelenmesine ortam hazırlamaktadır. Gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerin ekonomik sınırlılıkları gibi nedenlerle bu olanaklara ulaşamaması, sağlık alanında eşitsizliklere neden olmaktadır. Yapay zeka uygulamaları, “tekillik”, “transhümanizm”, “öjeni”, ve “insanlık 2” gibi kavramları gündeme getirmiştir. *Tekillik*, insanın zihinsel kapasitesini aşan yapay zeka uygulamalarına bireylerin uyum sağlayamaması olarak tanımlanmaktadır (Çağatay, 2019). *Transhümanizm* ise insanın doğal yaşam süresinin uzatılması ve insanüstü zekaya odaklanmaktadır. Ayrıca, *öjeni* evrenden sakat ve hasta insanların ayıklanması, sağlıklı insan ırkının çoğaltılması ve geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Son olarak, *insanlık 2 kavramı* ise teknolojik ilerlemelerle birlikte insanın genetik yapısının değiştirilip, tamamen sağlıklı ve yapay organlarla donatılmış yeni bir türün oluşturulmasıdır. Tüm bu kavramlardan da anlaşılacağı gibi yapay zeka bilinen insan ırkını ortadan kaldıracak ve yerine önceden belirlenen gereksinimler doğrultusunda yeniden insan ırkı oluşturma gücüne sahip bulunmaktadır (Çağatay, 2019).

Sonuçlar ve Öneriler

Yapay zekanın sağlık alanında kullanımı; tanılama, erken tanı, hedefe yönelik tedaviler ve hastanın izlenmesi gibi konularda olmakta, sağlık sisteminde bakım kalitesini arttırmakta ve sağlık sistemlerindeki yükü azaltmaktadır. Kendi kendine algoritmalar üretip, yorumlayabilen ve karar verebilen bu akıllı teknolojilerin gelişim hızının, insan zekasının doğal gelişiminin üzerinde olduğu görülmektedir. Yapay zeka teknolojilerinin insana entegre edilmesi ile insanoğlunun bilişsel ve biyolojik gelişiminin izleyeceği yol değişmektedir. Ülkemiz, ulusal yapay zeka teknolojilerini üretebilir hale gelmeli, bu alana yatırım yapmalı, alt yapıyı ve insan gücünü oluşturmaktadır. Yapay zeka programlarının gündeme getirdiği etik sorunlara yönelik politikalar geliştirilmeli ve bu kapsamdaki etik sorunlar kontrol altına alınmalıdır.

Çıkar Çatışması: Bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yoktur.

Conflict of Interest: Not declared.

Funding: None.

Kaynaklar

Adler Jr, J. R., Chang, S. D., Murphy, M. J., Doty, J., Geis, P. & Hancock, S. L. (1997). The Cyberknife: A frameless robotic system for radiosurgery. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 69(1-4), 124-128.

Akalın, B. & Veranyurt, Ü. (2020). Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. *Acta Infologica*, 5(1), 5-6.

Akgün, B. D., Aktaç, A. & Yorulmaz, O. (2019). Ruh sağlığında mobil uygulamalar: Etkinliğe yönelik sistematik bir gözden geçirme. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 11(4), 519-531.

Amunts, K., Ebell, C., Muller, J., Telefont, M., Knoll, A. & Lippert, T. (2016). The human brain project: Creating a European research infrastructure to decode the human brain. *Neuron*, 92(3), 574-581.

Araújo, N. M. F. (2020). Impact of the fourth industrial revolution on the health sector: A qualitative study. *Healthcare Informatics Research*, 26(4), 328-334.

Astell, A. J., Bouranis, N., Hoey, J., Lindauer, A., Mihailidis, A., Nugent, C. & Robillard, J. M. (2019). Technology and dementia: The future is now. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 47(3), 131-139.

Bacaksız, F. E., Yılmaz, M., Ezizi, K. & Alan, H. (2020). Sağlık hizmetlerinde robotları yönetmek. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, 3(7), 458-465.

Balestra, M. L. (2017). Electronic health records: patient care and ethical and legal implications for nurse practitioners. *The Journal for Nurse Practitioners*, 13(2), 105-111.

Barrett, M., Boyne, J., Brandts, J., Brunner-La Rocca, H.-P., De Maesschalck, L., De Wit, K., . . . & Golubnitschaja, O. (2019). Artificial intelligence supported patient self-care in chronic heart failure: A paradigm shift from reactive to predictive, preventive and personalised care. *Epma Journal*, 10(4), 445-464.

Burton, E., Goldsmith, J., Koenig, S., Kuipers, B., Mattei, N. & Walsh, T. (2017). Ethical considerations in artificial intelligence courses. *AI magazine*, 38(2), 22-34.

Büyükgöze, S. & Dereli, E. (2019, 07-10 Kasım). Dijital sağlık uygulamalarında yapay zeka. (Kongre kitabı). *VI. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık*, Ankara, Türkiye.

Chau, J. P.C., Lee, D. T.F., Yu, D. S.F., Chow, A. Y.M., Yu, W.C., Chair, S.Y., . . . & Chick, Y.L. (2012). A feasibility study to investigate the acceptability and potential effectiveness of a telecare service for older people with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal Of Medical Informatics*, 81(10), 674-682.

- Clipper, B., Batcheller, J., Thomaz, A. L. & Rozga, A. (2018). Artificial intelligence and robotics: A nurse leader's primer. *Nurse Leader*, 16(6), 379-384.
- Contreras, I. & Vehi, J. (2018). Artificial intelligence for diabetes management and decision support: Literature review. *Journal of Medical Internet Research*, 20(5), e10775.
- Çağatay, H. (2019). Yapay zekâ ve tekillik: teknolojik tekillik bize ne kadar yakın ve neden önemli? *MetaZihin: Yapay Zeka ve Zihin Felsefesi Dergisi*, 2(2), 231-242.
- Driver, C. N., Bowles, B. S., Bartholmai, B. J. & Greenberg-Worisek, A. J. (2020). Artificial intelligence in radiology: A call for thoughtful application. *Clinical and Translational Science*, 13(2), 216-218.
- Eggerth, A., Hayn, D. & Schreier, G. (2020). Medication management needs information and communications technology-based approaches, including telehealth and artificial intelligence. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 86(10), 2000-2007.
- Fritz, R. L. & Dermody, G. (2019). A nurse-driven method for developing artificial intelligence in "smart" homes for aging-in-place. *Nursing Outlook*, 67(2), 140-153.
- Gerke, S., Babic, B., Evgeniou, T. & Cohen, I. G. (2020). The need for a system view to regulate artificial intelligence/machine learning-based software as medical device. *NPJ Digital Medicine*, 3(1), 1-4.
- Hall, A., Mitchell, A. R. J., Wood, L. & Holland, C. (2020). Effectiveness of a single lead Alive Cor electrocardiogram application for the screening of atrial fibrillation: A systematic review. *Medicine*, 99(30), e21388.
- Kalantarian, H., Motamed, B., Alshurafa, N. & Sarrafzadeh, M. (2016). A wearable sensor system for medication adherence prediction. *Artificial Intelligence in Medicine*, 69, 43-52.
- Kalil, A. J., Dias, V. M. D. C. H., Rocha, C. D. C., Morales, H. M. P., Fressatto, J. L. & Faria, R. A. D. (2018). Sepsis risk assessment: A retrospective analysis after a cognitive risk management robot (Robot Laura®) implementation in a clinical-surgical unit. *Research on Biomedical Engineering*, 34(4), 310-316.
- Kulshreshth, A., Anand, A. & Lakanpal, A. (2019, October). Neuralink-an Elon Musk start-up achieve symbiosis with artificial intelligence (Conference paper, pp. 105-109). *International Conference on Computing, Communication, and Intelligent Systems*, India.
- Labovitz, D. L., Shafner, L., Reyes Gil, M., Virmani, D. & Hanina, A. (2017). Using artificial intelligence to reduce the risk of nonadherence in patients on anticoagulation therapy. *Stroke*, 48(5), 1416-1419.
- Liao, P.H., Hsu, P.T., Chu, W. & Chu, W.C. (2015). Applying artificial intelligence technology to support decision-making in nursing: A case study in Taiwan. *Health Informatics Journal*, 21(2), 137-148.
- Liu, P., Li, G., Jiang, S., Liu, Y., Leng, M., Zhao, J., . . . & Chen, L. (2019). The effect of smart homes on older adults with chronic conditions: A systematic review and meta-analysis. *Geriatric Nursing*, 40(5), 522-530.
- Neill, D. B. (2013). Using artificial intelligence to improve hospital inpatient care. *IEEE Intelligent Systems*, 28(2), 92-95.
- Okmeydan, S. B. (2017). Yeni iletişim teknolojilerini sorgulamak: Etik, güvenlik ve mahremiyetin kesiştiği nokta. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 5(1), 347-372.
- Önder, M. & Uzun, M. (2020). Yapay zeka stratejileri ve Türkiye. *Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Uluslararası İlişkiler ve Stratejik Araştırmalar Enstitüsü*, 12(2), 1-10.
- Porter, P., Abeyratne, U., Swarnkar, V., Tan, J., Ng, T.W., Brisbane, J. M., . . . & Kosasih, K. (2019). A prospective multicentre study testing the diagnostic accuracy of an automated cough sound centred analytic system for the identification of common respiratory disorders in children. *Respiratory Research*, 20(1), 1-10.
- Robbins, R., Krebs, P., Jagannathan, R., Jean-Louis, G. & Duncan, D. T. (2017). Health app use among US mobile phone users: Analysis of trends by chronic disease status. *JMIR mHealth and uHealth*, 5(12), e197.

- Roosan, D., Chok, J., Karim, M., Law, A. V., Baskys, A., Hwang, A. & Roosan, M. R. (2020). Artificial intelligence-powered smartphone app to facilitate medication adherence: Protocol for a human factors design study. *JMIR Research Protocols*, 9(11), e21659.
- Strickland, E. (2019). IBM Watson, heal thyself: How IBM overpromised and underdelivered on AI health care. *IEEE Spectrum*, 56(4), 24-31.
- Tamer, H. Y. & Övgün, B. (2020). Yapay zeka bağlamında dijital dönüşüm ofisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 75(2), 775-803.
- Thomas, C. (2020). Artificial intelligence and nursing: The future is now. *The Journal of Nursing Administration*, 50(3), 125-127.
- Uyhazi, K. E. & Bennett, J. (2021). A CRISPR view of the 2020 Nobel Prize in Chemistry. *The Journal of Clinical Investigation*, 131(1), e145214.
- Van der Putte, D., Boumans, R., Neerincx, M., Rikkert, M. O. & de Mul, M. (2019). A social robot for autonomous health data acquisition among hospitalized patients: An exploratory field study. *International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, 658-659.
- Vetter, M. J. (2015). The influence of clinical decision support on diagnostic accuracy in nurse practitioners. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 12(6), 355-363.
- Walters, L. & Eley, S. (2011). Robotic-assisted surgery and the need for standardized pathways and clinical guidelines. *AORN journal*, 93(4), 455-463.
- Ward, N. (2020). *Technology in the fight against COVID-19: Implications on human rights and recommendations (Thesis)*. Fordham University, New York.
- World Health Organization (WHO). (2019). *WHO guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening*. <https://www.who.int/reproductivehealth/publications/digital-interventions-health-system-strengthening/en/> (Erişim: 15.08.2021)
- Zhao, Y., Rokhani, F. Z., Ghazali, S. S. & Chew, B. H. (2021). Defining the concepts of a smart nursing home and its potential technology utilities that integrate medical services and are acceptable to stakeholders: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 11(2), e041452.