

PAPER DETAILS

TITLE: Sağlık 4.0 ve Sağlıkta Yapay Zeka

AUTHORS: Betül AKALIN,Ülkü VERANYURT

PAGES: 57-64

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2203990>

Sağlık 4.0 ve Sağlıkta Yapay Zekâ Health 4.0 and Artificial Intelligence

Betül AKALIN¹ Ülkü VERANYURT²

ÖZ

18. yüzyılda su ve buhar makineleri ile başlatılan sanayi devrimi başka bir deyişle Sanayi 4.0 kavramı günümüzde sağlık hizmetlerinde Sağlık 4.0 kavramı ile anılmaktadır. Sağlık hizmetlerinde geleneksel hastane merkezli bakım yerini yapay zekâ tabanlı teknolojilerin yer aldığı evde sağlık hizmetlerini, tele tıp uygulamalarını, sanal ortamda hastaların takibine olanak sağlayan pek çok yenilik alacaktır. Sağlık hizmetinin kesintisiz, uzak mesafelerde olmak üzere her vatandaşa eşik derece ulaşılmasının sağlanması, hizmet kalitesinin yükselmesine, maliyetinin düşmesine ve en önemlisi hasta memnuniyetinin artmasına sebep olacaktır. Artan dünya nüfusu, sınırlı kaynaklar, salgın hastalıkların ve kronik hastalıklarının dünya genelinde artması göz önüne alındığında sağlıkta dijital dönüşümün bir gereksinim olduğu aşîkârdır. Yapay zekâ, insanlara özgü öğrenme, analiz etme, sınıflama vb. gibi yetilere sahip bilgisayar ya da bilgisayar yazılımlarıdır. Sağlık 4.0'ın bize sunduğu yapay zekâ teknolojileri ile kişiye özel tedaviler, erken tanı, sağlığın geliştirilmesi, tedavinin takibi vb. pek çok konuda sağlık hizmetlerine büyük katkılar sağlayacaktır. Ancak günümüzde yapay zekâ teknolojilerinin yaygınlaşması, sağlık kuruluşlarında kullanılması için zamana ve teknolojinin hız kesmeden ilerlemesine ihtiyaç vardır. Bu derlemenin yazılmasındaki amaç, Sağlık 4.0 ve sağlıkta yapay zekâ kavramlarını tanımlamak, sağlık hizmetlerinde yapay zekânın kullanılmasının avantajlarına/dezavantajlarına değinerek literatüre bu konuda katkı sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Sağlıkta dijital dönüşüm; sağlıkta yapay zekâ, sağlık 4.0

ABSTRACT

The industrial revolution, which started with water and steam machines in the 18th century, in other words, the concept of Industry 4.0 is now referred to as the concept of Health 4.0 in health services. In health services, traditional hospital-centered care will be replaced by home health services with artificial intelligence-based technologies, telemedicine applications, and many innovations that allow the follow-up of patients in the virtual environment. Ensuring that health services are provided to every citizen at a threshold level, without interruption, at long distances, will lead to an increase in the quality of service, a decrease in the cost and most importantly, an increase in patient satisfaction. Considering the increasing world population, limited resources, and the increase in epidemics and chronic diseases worldwide, it is obvious that digital transformation in health is a necessity. Artificial intelligence, human-specific learning, analysis, classification, etc. computer or computer software with such capabilities. With the artificial intelligence technologies offered by Health 4.0, personalized treatments, early diagnosis, health promotion, treatment follow-up, etc. It will make great contributions to health services in many areas. However, in order for artificial intelligence technologies to become widespread and to be used in health institutions, time and technology need to progress without slowing down. The purpose of writing this review is to define the concepts of Health 4.0 and artificial intelligence in health, to contribute to the literature in this regard by mentioning the advantages/disadvantages of using artificial intelligence in health services.

Key Words: Artificial intelligence in health, Digital transformation in health; Health 4.0

Geliş Tarihi/Received: 21.01.2021 **Kabul Tarihi/Accepted:** 20.02.2022 **Çevrimiçi Yayın Tarihi/Available Online Date:** 16-03-2022

¹Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, betul.akalin@sbu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0402-2461

²İstanbul, ulkuveranyurt@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4838-3373,

Sorumlu yazar/Correspondence: Ülkü Veranyurt, ulkuveranyurt@gmail.com

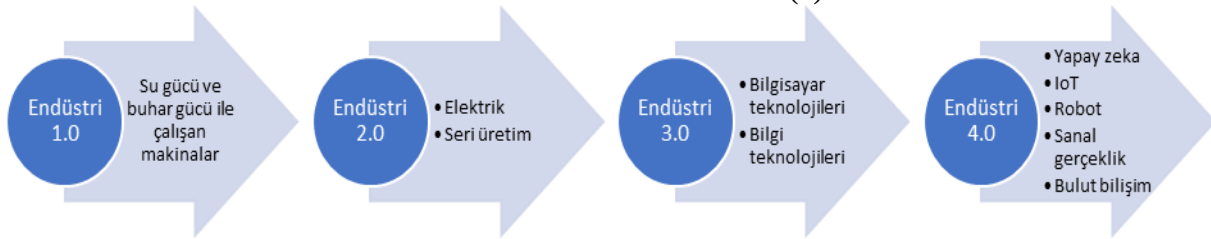
Cite this article as: Akalin B, Veranyurt Ü. Health 4.0 and Artificial Intelligence. J Health Pro Res 2022;4(1):57-64.

1. Giriş

18. yüzyılda su ve buhar gücü makinelerle başlatılan sanayi devrimi sonraki yüzyıllarda sadece sağlık alanında değil, hayatımızın her alanında yeniliklerin olduğu bir devrime yol açmıştır. 21. yüzyıl en fazla teknolojik gelişmelerin olduğu ve yeni buluşların yapıldığı bir yüzyıldan daha fazlasıdır. Çünkü bu yüzyılın sonunda gelişecek yenilikleri şu an tahmin bile edilememektedir. Keza son yıllarda yaşamımızın her alanında görebildiğimiz yeni teknolojiler, büyük buluşlar ve Covid 19 pandemisi gibi büyük felaketler yaşanmaktadır. Tam olarak ne olduklarını ve nasıl çalıştıklarını anlayamadığımız hızla ilerleyen yeni teknoloji tabirleri (yapay zekâ, nesnelerin interneti-IoT, 5G, 6G, blockchain, metavers vb.) hayatımızın bir parçası oldu. Teknolojik olarak hızlı gelişim gösteren bu yeni teknolojiler hayatımıza girerken, işletmeler pazardan paylarını hatta varlıklarını devam ettirebilmek için dijital bir

dönüşüme ayak uydurmaları gerekmektedir. Hiç kuşkusuz ki en büyük gelişim endüstri 4.0 ile karşımıza çıkıyor ve bunun sağlık alanındaki karşılığı Sağlık 4.0'dır.

Endüstride dijital dönüşüm süreci Şekil 1'de gösterildiği gibi dört dönemden oluşmaktadır (1). 18. yüzyılda su ve buhar gücü kullanılarak çalıştırılan makineler ile Endüstri 1.0 başlar. 19. yüzyılda elektrik ve seri üretim sistemlerinin keşfedildiği ve kullanıldığı dönemi Endüstri 2.0'ı kapsar. 1970'li yıllarda Endüstri 3.0'a gelindiğinde bilgisayar ve bilgi teknolojileri kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Endüstri 4.0'da ise günümüzü ve yakın geleceğimizi kapsamaktadır. Otonom sistemler, robotlar, 5G, 6G, yapay zekâ tabanlı teknolojilerin yoğun olarak kullanıldığı dönemdir. Aynı zamanda bu teknolojiler her geçen gün geliştirildiği için günümüzde sağlıkta olmak üzere pek çok alanda dijital dönüşüm söz konusudur (2).



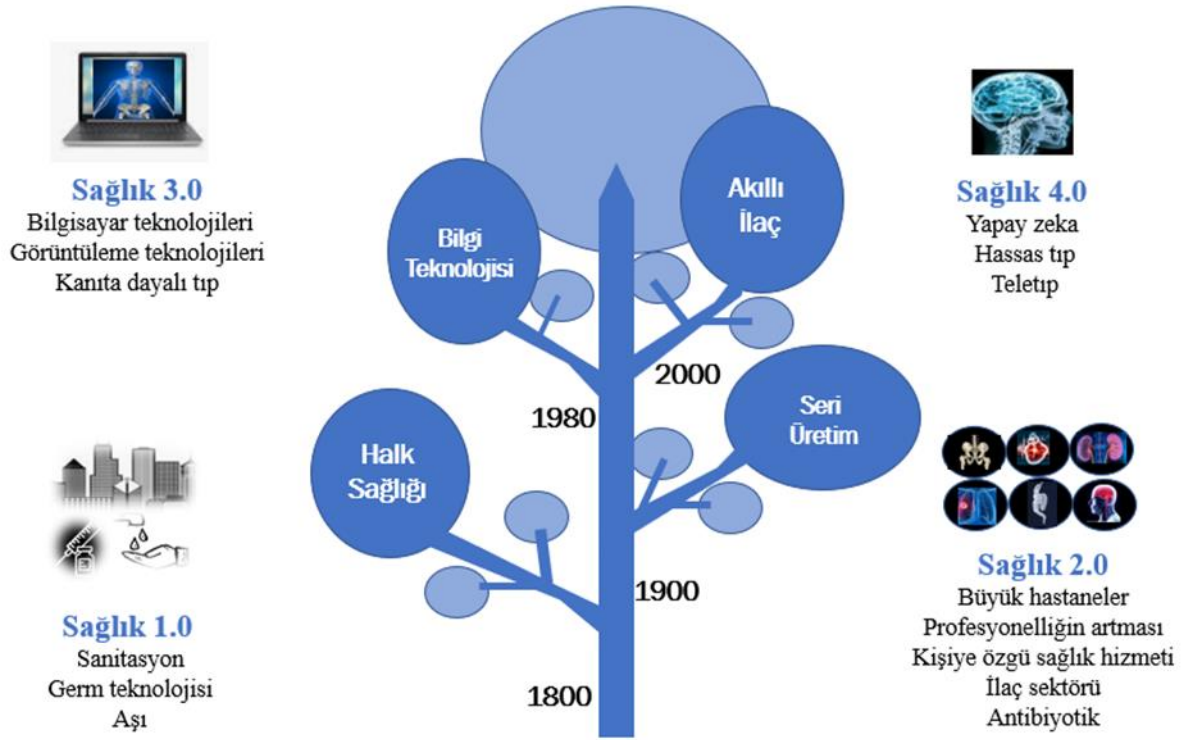
Şekil 1. Endüstride Dijital Dönüşüm Süreci

Endüstri 4.0 yenilikçi otomasyon sistemlerini, üretim teknolojilerini kapsamlı bir kavramdır. Yazında bu kavram “Endüstriyel İnternet” olarak geçmektedir. Bu kavramı Evans ve ark. (2012); “Bilgisayarların, makinelerin, insanların nesnelerin interneti” şeklinde kısaca tanımlamaktadır (3, 4). Endüstri 4.0'ın en temel bileşenler; hız, genişlik ve derinlik ile sistem etkisidir (3).

Endüstride yaşanan dijital dönüşüm sağlık alanında ilerlemelere neden olmaktadır. Chen vd. (2020) endüstride yaşanan gelişmeleri sağlık alanında uyarladığında; Sağlık 1.0, Sağlık 2.0, Sağlık 3.0 ve Sağlık 4.0 kavramları ortaya çıkmıştır. Şekil 2'de gösterildiği gibi Chen vd. (2020) bulunan dönemin sağlık sorununa çözüm olmak teknolojilerin geliştirildiği görülmektedir.

Sağlık 1.0'da ele alındığında o dönemlerde temiz içme suyunun sınırlı olduğu, buna bağlı salgın hastalıkların baş göstermesi ile yaşanan halk sağlığı sorunlarına karşılık sani-

tasyon, aşı gibi gelişmelerin olduğu görülmektedir. Sağlık 2.0'da ise endüstride gerçekleşen teknolojik gelişmeler doğrultusunda seri üretimin olması sağlık sektörünü de etkileyerek ilaç sektörünün gelişmesi, yeni antibiyotiklerin keşfedilmesine katkı sağlamıştır. Sağlık 3.0'da bilgisayar ve bilgi teknolojilerin hız kesmeden geliştirilmesi başta radyoloji olmak üzere sağlığın pek çok alanında gelişmelere neden olmuştur. Bu teknolojiler kullanılan geliştirilen cihazlar ve uygulamalar ile hastalıkların teşhis/tedavisi gibi süreçlerde daha kaliteli sağlık hizmeti sunulmasını sağlamıştır (2). Günümüzdeki teknolojik gelişmeleri de kapsayan Sağlık 4.0 yapay zekâ tabanlı teknolojiler ön planda olduğu görülmektedir. Bunun yanında Otonom sistemler, robotlar, 5G, 6G, sanal gerçeklik, bulut bilişim, kuantum bilgisayarlar, blockchain gibi pek çok yeni teknolojileri kapsamaktadır (6). Şekil 2'de Sağlık hizmetlerinde dijital dönüşüm süreci kapsamında gerçekleştirilen gelişmeler aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 2. Sağlık Hizmetlerinde Dijital Dönüşüm Süreci (5)

2. Sağlıkta Dijital Dönüşüm Süreci

Dünyada yaşanan teknolojik yeniliklerden payını sağlık endüstrisi de almıştır. Ortalama yaşam süresinin uzaması buna bağlı olarak uzun yıllar tedavi ve bakım gerektiren sağlık hizmetine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında artan nüfus, sınırlı kaynaklar, günümüzde de yaşadığımız gibi pek çok ülkeyi etkisine alan pandemiler, salgın hastalıklar gibi olumsuzluklar sağlık sistemini zorlamaktadır. Sağlık sisteminin en iyi şekilde işlevini yerine getirebilmesi için mevcut problemlerin ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu durumda makro düzeyden mikro düzeye geçişte, devletler, uluslararası kuruluşlar, ARGE şirketleri, bilim insanları, sağlık profesyonelleri geleneksel metotları bir yana bırakıp teknolojik gelişmeleri problemlerin çözümüne kullanmaya başlamışlardır. Bu süreçte sağlıkta dijital dönüşüm sürecini başlatmıştır.

2.1. Sağlık 1.0

18 yüzyılın sonlarına doğru İngiliz Hükümeti endemik hastalıklarının kaynağının halkın içtiği suya bağlı olduğu kanıtlayan delillerin bulunması sonucu su boruları evlere taşınmaya başlanmıştır. Bunun yanında salgınlara neden olan bulaşık hastalıkların mikrop kaynaklı

olduğu keşfedilmiştir. Bu hastalıkların tedavisi doğrultusunda aşılar geliştirilmiştir. Bunun yanında sanitasyonun önemi, mikropların hastalık yapıcı etkilerinin keşfedilmesi halk sağlığı konusunda büyük gelişmelere neden olmuştur (5).

2.2. Sağlık 2.0

Elektriğin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte küçük işletmelerin kapatılıp seri üretimin yapıldığı büyük fabrikaların kurulduğu bu dönemlerde otomotiv teknolojisinde yeni teknolojiler kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bunun yanında ilaç endüstrisinde büyük gelişmeler yer almakta olup dev ilaç şirketleri kurulmuştur. Seri üretim sayesinde yeni antibiyotik ilaçları piyasaya sürülmüştür. Sağlık kuruluşları kapasitelerini büyütürken daha fazla doktor ve sağlık profesyoneli ihtiyacını doğurmuş buna. Buna bağlı olarak, bu hastanelerde görev alabilecek nitelikli, eğitilmiş personeller yetiştirilmiştir (5).

2.3. Sağlık 3.0

1980'li yıllara gelindiğinde oda büyüklüğündeki büyük bilgisayarların yerini daha küçük ve hızlı işlem yapabilen bilgisayarlar almıştır. Bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmeler sağlık endüstrisinde görüntüleme sistemlerinin gelişmesine neden olmuş bu

sayede tek görüntü yerine bilgisayar ile yeniden oluşturulmuş görüntüler ile radyologların hastalıkları erken teşhis etmesine olanak sağlamıştır. Bunun yanında internetin yaygınlaşması ile birlikte sağlık okuryazarlığı artmıştır. Dünyanın herhangi bir ülkesinde yapılan bir uygulamaya tek tuşla ulaşım sağlanmıştır. Bireylerin sağlıklarını korumak ve geliştirmesi, yeni tedavi olanaklarından haberdar olunması, kendisi ile benzer hastalık süreci yaşayan diğer hastalar ile iletişim kurması vb. gibi pek çok konuda kullanılmaya başlamıştır. Bunun yanında bilgi teknolojilerinin gelişmesi; doktorların ve sağlık profesyonellerin tıp literatürüne hızlı bir şekilde ulaşmasına olanak sağlamıştır. Bu da tıp alanında yapılan çalışmaların takip edilmesini sağlamış, kanıta dayalı tıbbın gelişimini hızlandırmıştır (5).

2.4. Sağlık 4.0

Endüstri 4.0 pek çok alanda sanallaştırma/kişiselleştirme olanağı sağlayan bir kavram olarak kullanılmaktadır (9). Bu kavramdan yola çıkarak ortaya çıkan Sağlık 4.0 kavramı ise sağlıksektöründe oldukça önemli bir yeri kapla-

maktadır. Sağlık 4.0'ın amacı; hasta, hasta yakını, sağlık profesyoneli için sağlık hizmetinin gerçek zamanlı, kişiye özgü (kişiselleştirilmiş) ve sanallaştırılmasını sağlar. Başta yapay zekâ olmak üzere bulut bilişim, IoT ve 5G teknolojilerinin bir arada kullanılması ile etkin Sağlık 4.0 uygulamaları geliştirilmektedir.

Günümüzde Endüstri 4.0 ile dijital dönüşümün her geçen gün getirdiği yenilikleri takip etmekte zorlanıyor olduk. Dijital dönüşüm sayesinde sağlıkta da yeni kavramların ortaya çıktığı görülmektedir. Sağlık 4.0 olarak adlandırdığımız bu dönemde ortaya çıkan kavramlar Şekil 3'te gösterildiği gibidir. Sağlık endüstrisinde gerçekleşen dijital dönüşüm sağlık işletmeleri için tercihten ziyade gereklidir. Her geçen gün yeni sağlık işletmeleri açılmaktadır. Değişime ayak uyduramayan işletmeler varlıklarını devam ettirmekte zorlanmakta, küçülmeye gitmekte hatta yok olmaktadır. Sağlık işletmelerinin maliyetlerinin düşürülmesi, kaynakları verimli kullanmanın yanında kaliteli sağlık hizmeti sunarak müşteri memnuniyetini bakış açısını koruması günümüzde teknolojiyi ne kadar kullandığı ile ilgisi mevcuttur (2).



Şekil 3. Sağlık 4.0 Teknolojileri Yapıtaşları

Sağlık işletmelerinde kullanılan Sağlık 4.0 teknolojileri aynı zamanda dijital dönüşümün araçlarıdır (2). Sağlıkta 4.0 teknolojilerin yapıtaşları bazıları şunlardır;

- Yapay zekâ tabanlı teknolojiler,
- Büyük veri,
- Akıllı robotlar,
- Bulut teknolojileri,
- Nesnelerin interneti (IoT),
- Kuantum bilgisayarlar,
- Artırılmış gerçeklik.

Sağlık 4.0'da pek çok alanda dijital dönüşüme geçiş yapılmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri dijital dönüşüm sürecinde oldukça önemli bir yere sahiptir ve gelecekte umut vaat edici sağlık çözümleri ile popülerliğini korumaktadır. Yukarıda belirtilen yapıtaşlarından yapay zekâ teknolojilerinin geniş bir kullanım alanı mevcuttur (2). Ancak yapay zekâ teknolojilerin günlük hayatta kullanılmasının sağlanarak yaygınlaşması için zamana ihtiyaç vardır (8). Yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesi için büyük verilere ihtiyaç vardır. Özellikle

giyilebilir IoT teknolojileri sayesinde milyarlarca sensörden elde edilen veriler büyük veriyi oluşturmaktadır. Bu veriler hem yapay zekâ tabanlı uygulamaların geliştirilmesinde hem de IoT uygulama/cihazlarının geliştirilmesine katkı sağlar. Bu teknolojiler birbirleri ile iç içe geçecek tasarımlar yapıldığından çoğu zaman birbirlerinden ayrı olarak düşünülemez.

Sağlık 4.0; sağlık hizmetlerinde reaktif olan süreçlerde meydana gelen problemleri meydana gelmeden önlemede, dolaylı olarak maliyetlerin azaltılmasını ve hizmet kalitesinin artmasına neden olduğu için proaktif bir yaklaşım sergilenmesini amaçlamaktadır (9). Sağlık 4.0 problemlere genel bakış sunmak yerine kişiselleştirerek özel bakış açısı ile inovatif çözümler sunmaktadır. Günümüzde sağlıkta dijital dönüşüm devam etmekle birlikte Sağlık 4.0'ın hasta perspektifinde yansımaları iki başlık altında özetleyebiliriz (9).

2.4.1. Sağlık 4.0'ın Hastaların Tanı ve Tedavisine Yansıması

Sağlık hizmeti tanı, tedavi, sağlığın geliştirilmesi ve rehabilitasyon süreçlerinden oluşmaktadır ve bu süreçler birbirleri ile ilişkilidir. İşlevsel bir sağlık sisteminde; hastalıkları meydana gelmeden önlemek, oluşan hastalığın ilerlemeden erken tanı koymak ve uygun tedaviyi uygulamak, tedavi sonrası rehabilitasyonu sağlamak, toplumun bilinçlendirilerek sağlık okuryazarlıklarının artmasını sağlar (2). Günümüz koşullarında sağlık sisteminin karşılaştığı zorluklar işlevselliğini engellemektedir. Bu doğrultuda geleneksel yöntemlerin terkedilip teknolojik yöntemlere geçilmesi gereklilik haline gelmiştir.

Sağlık alanında yapılan inovatif çözümlerin birçoğu hastaların tedavisinde karşılaşılan problemlerden yola çıkılarak ortaya çıkmıştır. Geleneksel yöntemlerle tedavi edilemeyen ya da istenilen başarıyı yakalamayan hastalıkların tedavisi için inovatif çözümler sunmaktadır. Sağlık 4.0'ın hastalara olan yansıması aşağıda özetlenmektedir (2).

- Coğrafi konum, mevsimsel koşulların zorluğu sebeplerin yanında, yaşlı, engelli, kronik hastalıkları olan bireylerin sağlık hizmetine ihtiyaçları olmasına rağmen sağlık kuruluşuna erişim sağlayamamaktadır. Sağlık hakkının eşit bir şekilde her kesimden bireye sağlanması konusunda pek çok yenilikçi çözümler sunar.

- Artan nüfus, ortalama ömrün uzaması, pandemiler vb. gibi durumlar sağlık sistemine büyük bir yük olmaktadır. Bunun yanında sınırlı kaynaklar ve yetersiz sayıda profesyonel sağlık iş gücü olduğu düşünüldüğünde maliyeti etkin, kaliteli sağlık hizmeti sunmak oldukça zordur. Eğitim ve mesleki tecrübe kazanımları uzun yıllar alan bir sağlık profesyonelinin kapasitesi pandemi vb. gibi salgın hastalıklar sebebiyle zorlanmaktadır. Hatta insanüstü hizmet göstermesi beklenilmektedir. Bu durum beraberinde insan kaynaklı önlenebilir hataların doğmasına, hastaların tedavi olmak için polikliniklerde uzun kuyruklar oluşturmalarına, sağlık profesyonelinin yıpranması gibi pek çok olumsuz duruma neden olmaktadır. Örneğin bir radyologun gün içerisinde bakabileceği tomografi sayısı ya da bir patoloğun bakabileceği preparat sayısı sınırlıdır. Yapay zekâ teknolojileri ile klinik karar destek sistemleri ile hekimlere destek olmakta, hızlı tanının konulmasına bağla olarak erken tedaviye başlatılmasını sağlamaktadır.
- Sağlık profesyonellerinin iş yükü akılcı teknolojiler kullanılması ile azaltılarak, asıl yapmalara gereken işlere odaklanmasını sağlamaktadır. Bu da çalışanların başarısını artırmaktadır.
- Kişiye özel tedavi seçenekleri ile alternatif tedavi yöntemleri hastaların tedavilerinin başarılı olmasını desteklemektedir.
- Görüntüleme tekniklerinde yaşanan gelişmeler doğrultusunda gözle görülmesi zor olan lezyonların görülmesi, gözden kaçması muhtemel görüntülerin tespit edilmesi tedaviye de olumlu anlamda yön vermektedir.

3. Yapay Zekâ

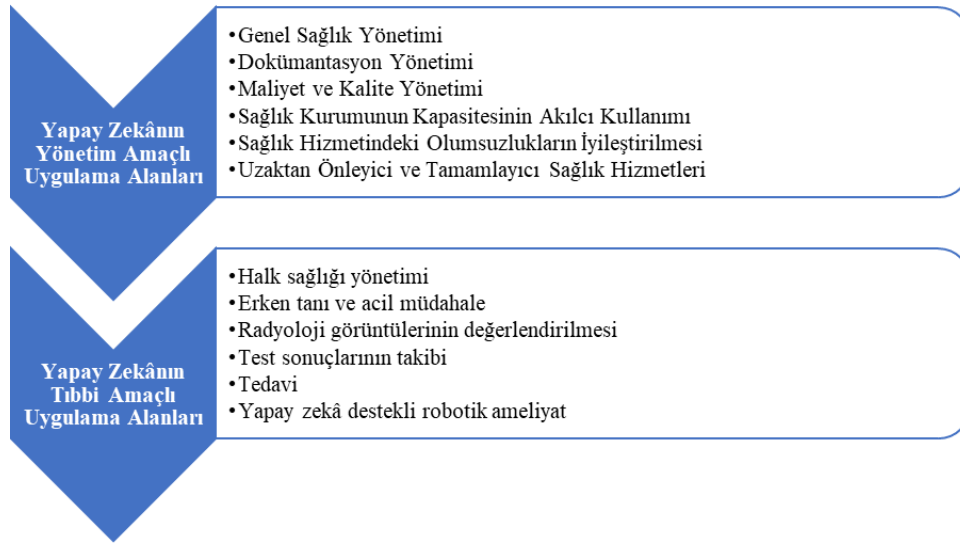
Yapay zekâ terimi ilk kez McCarty'nin “zeki makineler, bilgisayar programları yapma mühendisliği” şeklinde tanımladığı görülmektedir (10). Yapay zekâ, insanlara özgü öğrenme, analiz etme, sınıflama vb. gibi yetilere sahip bilgisayar ya da bilgisayar yazılımlarıdır. Yapay zekânın ilgilendiği problem çözme modelleri mevcuttur. Bunlar aşağıda belirtildiği gibidir (11).

- Problem analizi,
- Oyunların modellenmesi,
- Bilgilerin modellenmesi,
- Otomatik teorem,
- Uzman sistemler,
- Doğal dilin işlenmesi (NLP),
- Robotiktir.

Yapay zekâ; askeri, danışmanlık, eğitim, enerji, finans/finansman, güvenlik, imalat, sanal asistanlık, sağlık vb. gibi pek çok alanda kullanımı mevcuttur. Sağlık 4.0'da yapay zekânın kullanım alanları oldukça geniş

yayılım göstermekle birlikte yönetim ve tıbbi amaçlı olarak iki başlık altında toplayabiliriz. Şekil 5'te Sağlık 4.0'da yapay zekânın kullanım alanları gösterilmektedir (2).

Yapay zekâ ile ilgili teknolojinin gelişmesi bir yana düşünürlerin etik bakış açılarında ortak bir düşünce söz konusu olmaktadır. Bu da pek çok etik soruları gündeme getirmektedir. Bundan dolayı ülkemizde Sağlık Bakanlığı ve ilgili kurum/kuruluşlar, bilim insanları iş birliği içerisinde olmalı, oluşması muhtemel riskleri



Şekil 5. Sağlık 4.0'da Yapay Zekânın Kullanım Alanları (2)

önlemek ya da en aza indirmek için çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle sağlık verilerinin daha etkin kullanılması için ARGE çalışmalarını devlet finanse etmeli ya da finanse eden kuruluşları desteklemelidir (12).

3.1. Sağlık 4.0 Yapay Zekâ Tabanlı Teknolojilerin Avantajları

Sağlık endüstrisi pek çok paydaşı bir arada barındıran karmaşık bir sistemdir. Bu sistemdeki paydaşların rolleri kimi zaman değişebilmektedir. Belli bir zaman diliminde sağlık profesyoneli olarak hizmet sunumunda rol alan bir birey farklı bir zaman diliminde sağlık hizmeti kullanıcısı olarak hasta rolüne de geçiş yapabilmektedir. Bu doğrultuda Sağlık 4.0 teknolojilerinin tüm paydaşları kapsayacak pek çok avantajı mevcuttur. Bu avantajlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir (2, 12).

- Zaman, mekân, uzaklık vb. gibi kavramlar olmaksızın sağlık hizmetinin kesintisiz sunulmasını destekler.

- ✓ Sınırlı kaynakların etkin kullanımı sağlayarak maliyet yönetimi destekler.
- ✓ Kişiye özel tedavi, ilaç vb. gibi özelleştirilmiş hizmetler sunarak hasta odaklı hasta yönetim sürecini katkı sağlar.
- ✓ Tıbbi hataları önleyerek ya da en aza indirilmesine destek olarak malpraktisi önler, hastaların sakat kalması, ölmesi gibi olumsuz sonuçlar doğmasını önleyerek hem sağlık çalışanını hem de hasta güvenliğine destek olur.
- ✓ Dijitalleşen sağlık işletmelerinin maliyetlerindeki düşüşler ile yeni tanı, tedavi teknolojilerinin kullanılmasını teşvik eder ve sürece destek olur.
- ✓ Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler hem sağlık profesyonellerinin kendilerini geliştirmeleri, dünya genelinde yapılan çalışmaları takip etmelerini sağlar hem de bireylerin sağlık okuryazarlık oranlarının artmasını sağlar.

Teletıp Sistemleri Uzmanı	Sanal Hastane Yöneticisi	Sağlıkta Büyük Veri Analisti	Klinik İş Analisti	Artırılmış Gerçeklik Destekli Cerrahi Planlayıcı
Derin öğrenme Uzmanı	Sentetik Organ Tasarımcısı	Epigenetik Danışmanlık	Plastik/Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi 3 Boyutlu Yazıcı Uzmanı	Sağlık Hizmetleri İçeriği Sağlayan ses Asistanı Tasarımcıları

Şekil 4. Sağlık 4.0 Yapay Zekâ Teknolojileri ile Öngörülen Yeni Meslekler

- Yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesi ve kullanımının yaygınlaşması sonucunda yeni meslekler ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Öngörülen meslekler Şekil 4’te gösterilmektedir (7);

3.2. Sağlık 4.0 Yapay Zekâ Tabanlı Teknolojilerinin Dezavantajları

Sağlık 4.0 ile hayatımıza giren yeni teknolojilerin insanlığa katkısının olduğu tartışılmaz bir gerçek olması yanında yapay zekâ gibi teknolojilerinin gelecekte insanlığa ne gibi ahlaki ve hukuki problemler getireceği bir muammadır. Bu bilinmezlik bazı çevrelerce yapay zekâ karşıtlığı olarak önümüze çıkmaktadır. Diğer alanlarda olduğu gibi sağlıkta da yapay zekânın kullanım amacı oldukça önemlidir. Hangi probleme, nasıl çözüm sunduğu ve çözümün doğuracağı olasılıklar göz önüne alınmalıdır. İnsanlığın zararına olabilecek teknolojiler devlet tarafından tespit edilip, önlenmesi oldukça önemlidir. Bununla ilgili yasal yaptırımların uygulanması için hukuki konularda gerekli düzenlemelerin yapılması oldukça önemlidir. Sağlık 4.0 teknolojilerin olası dezavantajlarından bazıları şöyledir (2, 12);

- Donanımsal ya da yazılımsal sorunların çözümündeki gecikmeler kullanıcılara karşı ön yargı oluşturabilir.
- Her geçen saniye milyonlarca sağlık verisi alınmaktadır. Bu verilerin izinsiz kullanımı bilişimsel suçlara neden olacaktır. İlgili konularda hukuksal düzenlemeler yapılmalıdır.
- Sağlık profesyonelleri açık görüşlü olmalı ve teknolojiye uyum sağlamalıdır. Kullanıcı dostu olmayan cihazlar kullanıcıların kullanımını zorlaştıracığından hedeflenen yarar sağlanamayabilir.

- Teknolojik sürece geçiş yaparken hem yeni sistem hem de eski sistemi kullanacak olan kullanıcıların iş yükünü artıracaktır. Bu sebepten dolayı geçişler çok iyi planlanmalı ve mümkün en kısa sürede yapılmalıdır.
- Teknolojik cihaz ya da uygulama sonucu yanlış bir karar verildiğinde sorumlu mekanizma yazılımı yapan teknik ekip mi, cihazı/uygulamayı kullanan kullanıcı mı yoksa cihazı/uygulamayı satan firmanın sorumlu olacağı konusunda net olmayan boşluklar mevcuttur. Yasal düzenlemelerin yapılması ve bu konuların netleştirilmesine ihtiyaç vardır.

4. Sonuç

Günümüzde Sağlık 4.0 yapay zekâ tabanlı teknolojilerinin getirdiği yenilikler sağlık hizmeti sunumunda pek çok alanda kullanılmaktadır. Kullanımların yaygınlaşması beraberinde dijital dönüşümü beraberinde getirmiştir. Yakın gelecekte bireylerden toplanan sağlık verileri yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi teknolojiler kullanılarak yeni tedavi, tanı olanaklarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kaliteli, eşit, ulaşılabilir, maliyeti düşük ve hasta odaklı sağlık hizmetlerinin sürdürülebilmesi için yapay zekâ tabanlı teknolojilerin geliştirilmesine, kullanılmasına devlet ve ilgili kurum/kuruluşlar destek sağlamalıdır. Meydana gelmesi muhtemel problemlerin çözümü için hukuksal düzenlemelerinin yapılması oldukça önemlidir.

Kaynaklar

1. Mühendisbeyinler. (2017). Sanayi Devrimleri Nelerdir ve Endüstri 4.0 Nedir? <http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.co>

- m/2017/10/sanayi-devrimleri-ve-endustri-40.html, (Erişim Tarihi: 05.01.2022).
2. Akalin B. Veranyurt, Ü. Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. Acta Infologica 2020; 5(1), 5-6.
 3. Aslan Ş, Güzel Ş. Endüstri 4.0 gelişim süreci ve sağlıkta dijital dönüşüm. IBAD 2019; 650-659.
 4. Evans PC. ve Annunziata M. (2012). Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines. <https://www.researchgate.net/publication/271524319> (Erişim Tarihi: 05.01.2022).
 5. Chen C, Loh EW, Kuo KN, Tam KW. The times they are a-changin'—healthcare 4.0 is coming!. Journal of Medical Systems 2020; 44(2), 1-4.
 6. Koştı G, Burmaoğlu S, Kıdak LB. Sağlık 4.0: sanayide öngörülen gelişimin sağlık sektörüne yansımaları. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi 2021; 24(3), 483-506.
 7. Önder G, Önder E, Özdemir M. Gelişmekte olan teknolojiler sonucu sağlıkta oluşacak yeni meslekler. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi 2019; 10, 71-80.
 8. Tuwatananurak JP, Zadeh S, Xu X., Vacanti JA, Fulton WR, Ehrenfeld JM., Urman RD. Machine learning can improve estimation of surgical case duration: A pilot study. Journal of Medical Systems 2019; 43(3), 44. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1160-5>.
 9. Wehde M. Healthcare 4.0. IEEE Engineering Management Review 2019; 47(3), 24-28.
 10. McCarty J. Artificial Intelligence, Logic and Formalizing Common Sense. Stanford University.1990. <http://jmc.stanford.edu/articles/ailogic/ailogic.pdf> (Erişim Tarihi:10.01.2022).
 11. Nabiye VV. Yapay Zekâ (Problemler-Yöntemler- Algoritma) Seçkin Yayıncılık,2013.
 12. Akalin B, Veranyurt U. Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. Acta Infologica 2021; 5(1), 231-240.