

# Gelişmekte Olan Teknolojiler Sonucu Sağlıkta Oluşacak Yeni Meslekler<sup>1</sup>

## New Professions in Healthcare as a Result of Emerging Technologies

Güler Önder<sup>2</sup>, Emrah Önder<sup>3</sup>, Muhlis Özdemir<sup>4</sup>

### Öz

Günümüzde gelişmekte olan teknolojilerin en önemli uygulamaları ve sonuçları sağlık sektöründe görülmektedir. Bulut bilişim, büyük veri, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, giyilebilir teknolojiler vb. birçok gelişen teknoloji sağlık uygulamalarında kullanılmaktadır. Ülkeler dördüncü sanayi devrimini yakalayabilmek için bir yarışa girmişken, ülkelerin sağlık sektörleri aynı şekilde Sağlık 4.0 uygulamalarına adapte olmaya çalışmaktadır. Sağlık 4.0 uygulamalarına daha çabuk uyum sağlayarak sağlık sistemlerini bu kavram üzerine kurmayı başaran ülkeler orta ve uzun vadede bunu başaramayan ülkelere göre çok daha önde olacaklardır. Bu kapsamda bu akademik çalışmada geleceğin teknoloji ve bilgi teknolojileri temelli önemli sağlık mesleklerinden olan teletıp sistemleri uzmanı, sağlıkta büyük veri analisti, klinik iş analisti, artırılmış/sanal gerçeklik destekli cerrahi planlayıcı, plastik/rekonstrüktif ve estetik cerrahi 3 boyutlu yazıcı uzmanı, sanal hastane yöneticisi, derin öğrenme uzmanı, sentetik organ tasarımcısı, epigenetik danışmanlık ve sağlık hizmetleri içeriği sağlayan ses asistanı tasarımcısı meslekleri ele alınacaktır. Ülkemizde sağlık ve teknolojilerin kesiştiği konulara değinen akademik çalışmaların artırılmasında fayda vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlık Hizmetleri, Tıp, Teknoloji, Meslekler

### Abstract

Nowadays, the most important applications and results of developing technologies are seen in the health sector. Cloud computing, big data, Internet of things, augmented reality, virtual reality, wearable technologies, etc. many developing technologies are used in health applications. Countries have entered a race to catch up with the fourth industrial revolution, while countries' health sectors are also trying to adapt to Health 4.0 practices. Countries that are able to adapt their health systems more quickly to health 4.0 applications will be much ahead of the countries that fail to achieve this in the medium and long term. In this context, this academic study examined the most important health professions based on technology and information technology such as telemedicine systems specialist, big data analyst in health, clinical business analyst, augmented/virtual reality supported surgical planner, plastic/reconstructive and aesthetic surgery 3D printer specialist, virtual hospital manager, deep learning specialist, synthetic organ designer, voice assistant designer professions providing epigenetic counseling and health services content will be discussed. In our country, it is useful to increase the academic studies that touch on the intersection of health and technologies.

**Keywords:** Healthcare, Medicine, Technology, Professions

### Araştırma Makalesi [Research Paper]

JEL: I10, M12, O33

**Submitted:** 20 / 08 / 2019

**Accepted:** 21 / 09 / 2019

<sup>1</sup> Bu çalışma, 18-20 Nisan 2019 tarihlerinde Tiflis'te düzenlenen, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> Öğr. Grv. İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Anestezi Programı, guleronder@esenyurt.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0879-9545>

<sup>3</sup> Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler ABD, emrah@istanbul.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0554-1290>

<sup>4</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi, muhlisozdemir@gumushane.edu.tr, Orcid ID: <http://orcid.org/0000-0002-4921-8209>

## Giriş

İnsanların yaşam kalitelerini iyileştirmenin en önemli unsurlarından biri sağlıklı şekilde yaşamalarını sağlamaktır. Bunun için ise sağlık hizmetlerinden faydalanmalarını kolaylaştırmak, hastalıkların iyileştirilmesi süreçlerini geliştirmek, önleyici tıbbi sağlamak, zaman ve mekândan bağımsız olarak sağlık hizmetlerinden faydalanabilme imkânı vermek ve tüm bunları yaparken gelişmekte olan teknolojilerden mümkün olduğunca fazla yararlanmak önem arz etmektedir. Sağlık çalışanlarının işlerine yaparken takip ettiği tüm süreçlerde ve uygulamalarda teknolojinin büyük etkisi bulunmaktadır. Elektronik Sağlık Kayıtlarının (EHR) tutulması, hasta verilerinin merkezi bir sisteme girilmesi, sağlık çalışanlarının hastaların verilerine (geçmiş hastalık kayıtları, tahlil, MR, BT, ultrasonografi vb.) kolayca erişebilmesi ve bu veriler ışığında kararlarını güçlendirebilmesi verilen sağlık hizmetinin kalitesini arttırmaktadır. Hasta bakımı ve tedavi süreçlerindeki iyileşme ve hızlanma, halk sağlığında gelişme, hataları ve israfı minimize etme, iş akışlarında kolaylaşma, sağlık hizmetleri maliyetlerinde azalma, hasta ve hasta yakınlarının memnuniyetlerindeki artma sağlıktaki dijitalleşmenin ilk akla gelen yararlarından. Bu çalışmanın amacı gelişen teknolojilerin sağlık sektöründe oluşturduğu dönüşümü mercek altına almak ve özellikle yeni sağlık mesleklerinin bilinirliğini arttırarak farkındalık yaratmaktır. Çünkü bu konuda yapılan akademik çalışma yok denecek kadar azdır.

Endüstri 4.0, farklı endüstriyel alanlarda kişiselleştirme ve sanallaştırma sağlayan bir endüstriyel kavramdır (Thuemmler ve Bai, 2018: 23). Endüstri 4.0 ana hatları itibariyle akıllı robotlar, benzetim, yatay/dikey yazılım entegrasyonu, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bulut bilişim, eklemeli üretim, arttırılmış gerçeklik ve büyük veri alanlarında meydana gelen ilerleme ve gelişmelere dayanmaktadır (Gökbulut vd., 2016: 25). Sağlık 4.0 ise Endüstri 4.0 konseptinden türetilen sağlık alanı için stratejik bir kavramdır. Sağlık 4.0'ın amacı, hastalar, hasta yakınları ve sağlık sektörü profesyonelleri için sağlık ve bakımın gerçek zamanlı olarak kişiselleştirilmesini ve sanallaştırmasını sağlamaktır. Sağlık 4.0'ın başarılı uygulamaları bulut bilişim, nesnelerin interneti ve gelişen mobil iletişim ağlarının (5G) yoğun kullanımıyla sağlanacaktır (Thuemmler ve Bai, 2018: 31).

Bu akademik çalışmada sağlık 4.0 kavramının teknolojik bileşenlerini bünyesinde barındıran geleceğin teknoloji ve bilgi teknolojileri temelli önemli sağlık mesleklerinden olan teletıp sistemleri uzmanı, sağlıktaki büyük veri analisti, klinik iş analisti, arttırılmış/sanal gerçeklik destekli cerrahi planlayıcı, plastik/rekonstrüktif ve estetik cerrahi 3 boyutlu yazıcı uzmanı, sanal hastane yöneticisi, derin öğrenme uzmanı, sentetik organ tasarımcısı, epigenetik danışmanlık ve sağlık hizmetleri içeriği sağlayan ses asistanı tasarımcısı meslekleri ele alınacaktır

## 1. Sağlıktaki Gelişmekte Olan Teknolojiler

Sağlık verilerinin birçok kaynaktan toplanarak bir araya getirilmesi ve analiz edilebilir olması işletmecilikte popülaritesi çok yüksek olan “Büyük Veri” kavramının sağlık sektöründe de ne denli önemli olduğunu bize göstermektedir. Sağlıktaki veri analitiğinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye’de henüz bu uzmanlıkta eğitim veren lisansüstü program sayısı yok denecek kadar azdır. Bunun en önemli nedenleri konunun disiplinler arası bir konu olması ve içeriği organize edecek akademik disiplinler arasında koordinasyonu sağlayacak ilgili akademik birimlerin girişime geçmemeleridir. “Veri Bilimi” muhtevasında birçok konuyu barındıran bir üst başlıktır. Matematik ve istatistik, veri teknolojileri, görselleştirme, veri madenciliği, yapay zekâ çatısı altında makine öğrenimi ve derin öğrenme, yazılım geliştirme bu alt konulardan bazılarıdır. Konu içerik olarak tamamen ne sağlık bilimleri enstitüsü, ne fen bilimleri enstitüsü ne de sosyal bilimler enstitüsü çatısı altındadır. Sayısal Yöntemler, Yönetim Bilişim Sistemleri, Enformatik, Endüstri Mühendisliği, Sağlık Yönetimi, Sağlık Bilişim Sistemleri konuya ilgi duyabilecek potansiyel üniversite bölümleri ve anabilim dallarından bazılarıdır.

## 2. Sağlıktaki Oluşması Beklenen Yeni Meslekler

Birçok sektörde kullanımı yaygınlaşan “Bulut Bilişim”, “Büyük Veri”, “Nesnelerin İnterneti”, “Arttırılmış Gerçeklik”, “Sanal Gerçeklik”, “Mobil Uygulamalar”, “3 Boyutlu Yazıcılar”, “Yapay Zekâ” ve “Veri Analitiği” gibi teknolojiler sağlık sektörünün tüm süreçlerinde köklü değişimlere neden olmaya başlamıştır. Bu teknolojik dönüşüm sağlık sektöründe yeni uzmanlık alanlarına ihtiyaç duyulması sonucunu oluşturmaktadır. Bu çalışmada gelişmekte olan teknolojilerin sağlıktaki oluşturacağı yeni meslekler incelenecektir. Bu meslekler teletıp sistemleri uzmanı, sağlıktaki büyük veri analisti, klinik iş analisti, arttırılmış/sanal gerçeklik destekli cerrahi planlayıcı, plastik/rekonstrüktif ve estetik cerrahi 3 boyutlu yazıcı uzmanı, sanal hastane yöneticisi, derin öğrenme uzmanı, sentetik organ tasarımcısı, epigenetik danışmanlık ve sağlık hizmetleri içeriği sağlayan ses asistanı tasarımcısıdır.

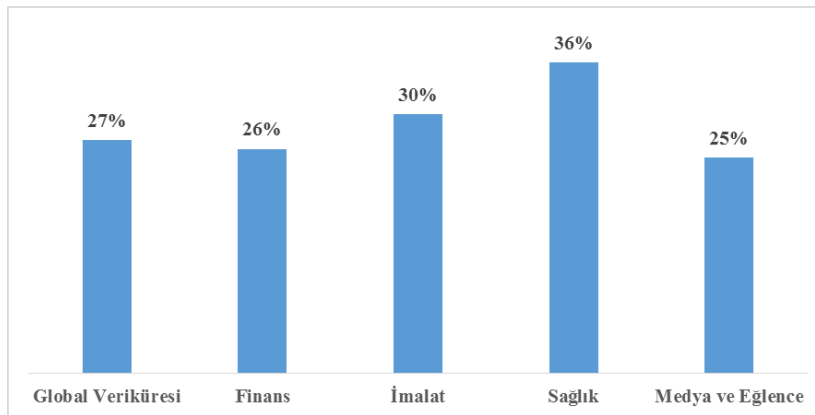
### 2.1. Teletıp Sistemleri Uzmanı

Doğumda beklenen yaşam süresindeki artışla beraber ülkelerdeki yaşlı nüfus yoğunluğu artmaktadır. Ayrıca kronik hastalıklar da artış göstermektedir. Bundan dolayı sağlık sektörleri üzerindeki yük gün geçtikçe artmaktadır. Bu yükü

haffletmek için öne çıkan uygulamalardan biri teletıp uygulamalarıdır. Birbirinden çok farklı yapılarda teletıp sistemleri mevcuttur. Uzaktan kalp takibi ve inme rehabilitasyonu gibi terapötik amaçlar önceliklidir. Teletıp sistemlerinin bu özelliği, maliyetleri azaltabilmektedir. Hasta sayısı ve hastalık çeşitliliği arttıkça Nesnelerin İnterneti konseptinin sağlıktaki karşılığı olan Tıbbi Nesnelerin İnterneti teknolojisinde gelişmelerin olması beklenmektedir (Gatouillat vd., 2018: 3810). Teletıp sistemlerinin kurulmasında mültidisipliner çalışma grupları kurulacaktır. Hiç kuşkusuz bu grupların önemli paydaşlarından biri teletıp sistemleri uzmanı olacaktır. Sağlık süreçlerine hakim olmaları, sistem mühendisleri ve veri bilimcilerle iletişim kurmalarını sağlayacak kadar veritabanları, dağıtık sistemler, veri görselleştirme, algoritmalar, yapay zeka, makine öğrenimi, derin öğrenme, kullanıcı arayüzleri vb. konularda kendilerini geliştirmiş olmaları bu konuda uzman olmak isteyen adayların üstesinden gelmesi gereken kalifikasyonlardır. Yapay zeka konusunun teletıp sistemlerinde oldukça ağırlıklı bir yer alacağı öngörülmektedir (Sennaar, 2019).

## 2.2. Sağlıkta Büyük Veri Analisti

Her ne kadar Büyük Veri teknolojilerinde verinin sadece boyutuna (miktarına) vurgu yapılmış olsa da verinin hızı, çeşitliliği, değeri, doğruluğu diğer önemli büyük veri bileşenleridir. Literatürde genellikle 100 TeraByte üzerindeki veriye büyük veri denilmektedir. Büyük Veri, farklı sektörlerde ortaya çıkan bir teknolojidir. Birçok kaynaktan üretilen büyük miktarda heterojen veri anlamına gelir. Büyük veri analitiği ile verinin içindeki gizli örüntüler keşfedilebilir, öngörülerde bulunulabilir, sınıflandırma işlemleri yapılabilir. Sağlık sektörü her yıl farklı formatlarda (text, görüntü, ses vb.) büyük veri üretmektedir. Sağlık sektörü küresel olarak %36 ile en hızlı veri üretim büyüme oranına sahip sektördür (Şekil 1). Sağlık sektörü küresel veri büyüme oranı Şekil 1’de görüldüğü gibi ortalama global verikümesi büyüme oranı olan %27’den daha fazladır. Sağlıkta veri analitiğindeki gelişmeler, MR çözünürlüklerinin artması ve diğer görüntü ve video verilerinin depolanmasındaki artış ile sağlıkta oluşan veri hızı ivmeli şekilde artmaktadır (Reinsel vd., 2018: 22). Sağlık verileri, karar vermek ve tahminlerde bulunmak için analize ihtiyaç duymaktadır. Hekimlerin sağlık sektöründeki büyük verilerin potansiyelini kestirmek konusunda daha fazla bilgilendirilmesi yarar sağlayacaktır. Mayahi vd. 2018 yılında yaptıkları çalışmada kanıta dayalı tedavi sağlamanın, öngörücü analizler yapmanın ve etkin sağlık hizmeti sunmanın sağlık hizmetlerinde analitik uygulamanın temel potansiyel faydaları olduğu sonucuna varmışlardır (Mayahi vd., 2018: 247). Sağlıkta büyük veri uzmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. MacDonald 2017 yılında yaptığı çalışmada sağlık hizmetlerinde beş “büyük veri” eğilimi açıklamaktadır. Sağlık kalitesini artırmak için teknolojiden faydalanarak “Değere Dayalı, Hasta Merkezli Bakım”. Glikoz monitörleri, fetal monitörleri, elektrokardiyogramları, tansiyonu, ilaç tüketimi vb izlemek için “Sağlıkta Nesnelerin İnterneti”. Öngörücü modellemeleri kullanarak “Dolandırıcılık, Atık ve İstismarı Azaltma”. Sağlık kayıtlarının öngörü modellemesini kullanarak erken tanı, risk analizi, ölümle sonuçlanma oranının çıkarımı gibi konularda gelişmeler sağlayabilmek için “Sonuçları Geliştirmek için Tahmine Dayalı Analitik”. Beşinci ve son olarak kişiselleştirilmiş sağlık durumu verilerinin üretilmesi ve analizi sonucu proaktif bakımın sağlanabilmesi için “Hastaların Gerçek Zamanlı İzlenmesi” (McDonald, 2017, Aktaran: Tibben ve Wamba, 2018).



Şekil 1. Sektörler Global Veriküresi Büyüme Oranı Tahminlerinin Karşılaştırılması (2018-2025)

**Kaynak:** Data Age 2025, sponsored by Seagate with data from IDC Global DataSphere, Nov 2018, s:22

<https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf> Erişim Tarihi: 25.07.2019

## 2.3. Klinik İş Analisti

İş analisti, hizmet veya üretim sektöründe yapılan işlere ait süreçleri geliştirmeye çalışan, değişiklik ihtiyaçlarını anlayan, değişikliklerin iş üzerindeki etkilerini öngörebilen, ihtiyaçların ve gereksinimlerin ilgili paydaşlarla (son kullanıcı, sistem analisti, programcı vb) iletişime geçerek analiz edebilen, belgeleyen ve dağıtabilen kişilerdir. Genellikle işletme mühendisleri, işletme ve endüstri mühendisliği mezunları arasından seçilmektedir. Ancak sağlık hizmetleri sektöründe

kendini bu konularda geliştirmiş sağlık yönetimi bölümü mezunlarının avantajı olmaktadır. Hastane süreçlerine hâkim olan bu mezunlar kendilerini iş analizi, süreç ve iş akışı analizleri, veri analizleri, veri görselleştirme, sunum ve raporlama teknikleri gibi konularda geliştirdikleri takdirde klinik iş analisti olabilmektedirler. Sağlık bilişim sistemlerinin birçok bileşeni vardır. Hastane ağı, klinikler, tedarikçiler, hastaların mobil uygulamalardan erişimi, sağlık bakanlığına bağlı sistemler, stok sistemleri, hasta kayıt veritabanı vb. birçok sistem parçası ahenk içinde çalışmalı ve son kullanıcı bu sistemleri etkin şekilde kullanabilmelidir. Sistem etkili bir şekilde çalışırken güvenlik açığı vermemelidir. Segal 2017 yılındaki çalışmasında sağlıkta veri güvenliği riskini ve muhtemel açıkları ele almıştır (Segal, 2017: 24). Klinik iş analistleri; son kullanıcılar, sağlık personeli ve klinik olmayan analistler arasında bir irtibat görevi görür. Sağlıkta teknoloji tedarikçileri, hastane bünyesinde bilgi teknoloji personeli ve klinik kullanıcılar arasında aracı görevi üstlenmektedir. Hastanelere ait iş ve süreç gereksinimlerini ürüne özgü tasarımlara, konfigürasyona, ayrıntılı şartname özelliklerine ve kullanım durumlarına çevirmek önemli görevleri arasındadır (Das, 2018). Yazılım oluşturma, yapılandırma ve test işlemleri sırasında sistem analistleri ve son kullanıcılar ile uyumlu çalışır.

#### 2.4. Artırılmış/Sanal Gerçeklik Destekli Cerrahi Planlayıcı

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality, AR), hastalar için sağlık uzmanlarından aldıkları tedavi kalitesini önemli ölçüde artırabilmektedir. Minimal invaziv cerrahi ile ilgili riskler, cerrah için hasta ile ilgili gerekli verileri cerrahın hemen önünde ve merkezde tutarak azaltılabilir. AR teknolojisi sayesinde cerrahlar ameliyatlarda taktıkları akıllı gözlüklerle görevlerine daha iyi odaklanabilmektedirler. Böylece hatalar en aza inmekte ve çoklu görev ihtiyacı minimize edilebilmektedir (Vittori, 2018). Şekil 2’de artırılmış gerçeklik destekli ameliyat görseli gösterilmiştir.



Şekil 2. Artırılmış Gerçeklik Destekli Ameliyat Görseli

Kaynak: <https://www.healthworkscollective.com/augmented-reality-in-healthcare-its-impact-on-surgical-outcomes>

AR'nin diğer bir avantajı ise hasta ve hasta yakınlarının eğitimi ile ilgilidir. Etkili bir tedavi ve korunma söz konusu olduğunda hasta eğitimi çok önemlidir. AR uygulamaları, belirli hastalıkların etkisini daha iyi göstermek için kullanılabilir. Akademik çalışmalar çoklu-duyusal bir deneyimin bilgi aktarmada daha etkili olabileceği göstermiştir. Bu uygulamalar aynı zamanda aile üyelerinin ve hasta bakıcılarının belirli koşullar ve sonuçlar konusunda eğitilmesine yardımcı olabilmektedir (Vittori, 2018).

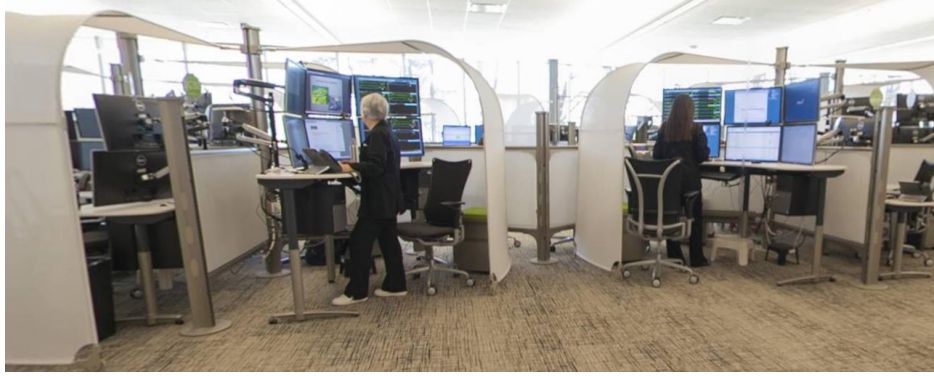
#### 2.5. Plastik/Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi 3 Boyutlu Yazıcı Uzmanı

3 boyutlu baskı teknolojisi Endüstri 4.0'ın önemli bileşenlerden biridir. Üç boyutlu katı model esaslı bir dijital tasarım ile kullanılacak malzemelerden katman katman eklemeli bir şekilde yapılan eklemeli imalat (Yalçın ve Ergene, 2017: 65) hem daha az maliyetlidir hem de üretim ve Ar&Ge süreçlerini hızlandırmaktadır. Sağlık hizmetlerinde de 3 boyutlu baskı uygulamaları önem kazanmaktadır. Özel ortopedik implantlar, ilaç testi için canlı hücrelerden yapılan "organoidler", terdeki belirli biyobelirteçleri tespit eden "canlı dövme" için canlı hücreler bu örnekler arasındadır. Gelecekte, yanık veya kaza mağdurlarına, kendi hücreleri kullanılarak yetiştirilen ve rekonstrüktif cerrahide kullanılmak üzere 3 boyutlu basılmış yeni bir cilt verilebileceği öngörülmektedir (Das, 2018). Doku üretme konusunda uzmanlaşmış yeni bir 3D baskı teknisyeni türüne ihtiyaç duyulacağı sadece fütürist bloglarda yer almanın ötesine geçerek sağlık sektöründe sesli konuşulmaya başlanmıştır.

#### 2.6. Sanal Hastane Yöneticisi

Özellikle ABD’de sanal hastaneler popülerite kazanmaktadır. Mercy Virtual bu hastanelerden biridir. Kendisine “yatağı olmayan bir hastane” olarak isimlendiren 330 personeli bulunan Mercy Virtual hastaların tamamını tele-sağlık temelli yaklaşımlarla yönetmektedir. İleride, bu tür tesislerin sayısının artışı öngörülmektedir. Uzaktan hizmet verilmesi ile ilgili

teknolojilere aşına, etik değerlere bağlı sanal hastane yöneticilerine ihtiyaç duyulacaktır. Şekil 3'de Mercy Sanal Hastanesi uzman doktor kabinleri gösterilmektedir (Das, 2018; www.mercyvirtual.net/).

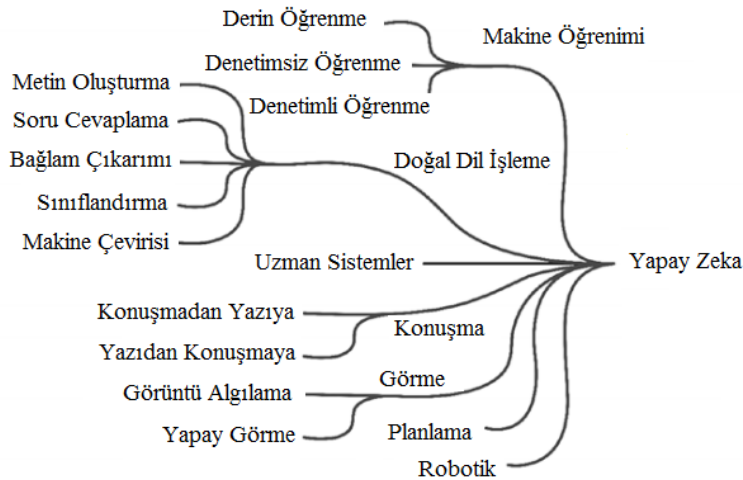


Şekil 3. Mercy Sanal Hastanesi Uzman Doktor Kabinleri

Kaynak: <http://www.mercyvirtual.net/>

## 2.7. Derin Öğrenme Uzmanı

Derin öğrenme makine öğrenmesinin bir alt kümesidir. Makine öğrenmesi ise yapay zekânın bir alt kümesidir (Şekil 4). Şekil 4'te yapay zekâ konusunun bileşenleri olan makine öğrenimi, doğal dil işleme, uzman sistemler ve bunların alt bileşenleri gösterilmektedir. Derin öğrenme insan faktörüne ihtiyaç duymadan sistemin kendisinin öğrenmesidir. Yapay Sinir Ağları verinin girdi ve çıktı parçaları arasındaki ilişkileri arayarak, model kuran ve kurduğu modelin kendi hatalarını tekrar tekrar düzelterek büyük miktarlarda veriden "öğrenen" yapay zeka yöntemidir (Laudon ve Laudon, 2014: 470). Yapay sinir ağlarının çok sayıda gizli katmandan oluşan özel türlerinin kullanıldığı derin öğrenme sağlık verilerinin analizinde kullanılabilir. Derin öğrenme uzmanlarının yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin öğrenme konusunda tecrübelerinin olması, aynı zamanda giyilebilir teknolojiler ile bütünleşik sistemleri kurabilmesi gerekebilecektir. Miotto vd. 2018 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada sağlık hizmetlerinde derin öğrenmenin kullanım alanlarına genel bir bakış yaparak fırsat ve zorluklarını vurgulamışlardır. Karmaşık, büyük hacimli ve heterojen biyomedikal verilerden bilgi ve uygulanabilir öngörü kazanılması, sağlık hizmetlerinin dönüştürülmesinde önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir. Biyomedikal araştırmalarda kullanılan verinin karmaşık ve yapısal olmayan veri olmasının nedeni bünyesinde görüntü, omik verileri, sensör verileri, elektronik sağlık kayıtları, ses gibi birçok farklı türde veri barındırmasıdır. Geleneksel veri madenciliği ve ileri istatistik teknikler ile anlamlı örtük bilgilerin keşfi sürecinde analizi yapan kişilerin yeterli alan bilgisinin olmaması gibi bazı kısıtlar bulunmaktadır. Derin öğrenme teknolojilerindeki son gelişmeler, karmaşık veriden uçtan uca öğrenme modelleri elde etmek için yeni etkili paradigmlar sağlamaktadır. Miotto vd 2018 yılındaki çalışmalarının bulguları incelendiğinde; derin öğrenme yaklaşımlarının büyük biyomedikal verileri kullanarak hastalıkların üstesinden gelinmesinde ve insanların sağlığına kavuşmasında aracı olabileceğini savunmaktadırlar (Miotto vd, 2018: 8).



Şekil 4. Yapay Zeka Bileşenleri

Kaynak: Panesar, A. (2019). Machine learning and AI for healthcare: Big data for improved health outcomes. Coventry, UK: Apress. S:76

## 2.8. Sentetik Organ Tasarımcısı

Türkiye’de organ bağışlama oranları oldukça düşüktür. Bundan dolayı organ bekleme listeleri gün geçtikçe uzamaktadır. Türkiye’de 30.000’den fazla kişi organ bağış beklemektedir. 3 boyutlu baskı teknolojileri özellikle Endüstri 4.0 çatısı altında önemli bir bileşen olarak yerini alırken sağlık sektöründe de önemli gelişmelerin olmasını sağlamıştır. 3D baskı zaten dental implant, işitme cihazı ve protez üretimi için kullanılıyordu. Teknolojinin daha önemli çıktıları yakında canlı doku ve taşınabilir organların tasarımında kendini gösterecektir. Bu organlar büyük olasılıkla organ reddini azaltmak için hastanın kendi hücreleri kullanılarak basılacaktır. Tıp araştırmacıları halihazırda vücut parçalarının veya organlarının değiştirilmesine yardımcı olmak için canlı dokular oluşturmaya çalışmaktadır (Hooijdonk, 2016).

2 Aralık 1982’de Utah Üniversitesi’nde William De Vries, Jarvik 7 isimli yapay kalbi (Şekil 5) bu operasyona katılmak için gönüllü olan Barney Clark’a (Seattle’daki bir diş hekimi) taktı. Dr. Jarvik, ameliyattan önce, Dr. Clark’a deneysel kalple birkaç günden fazla yaşamayı beklemediğini, ancak doktorların öğrendiklerinin bir gün başkalarının hayatlarını kurtarmaya yardımcı olacağını umduğunu hatırlatmasına rağmen Clark operasyonu kabul etti. Yapay organlarla ilgili gelişmeler bu süreçten sonra ivme kazandı (Liston, 2012; www.jarvikheart.com).



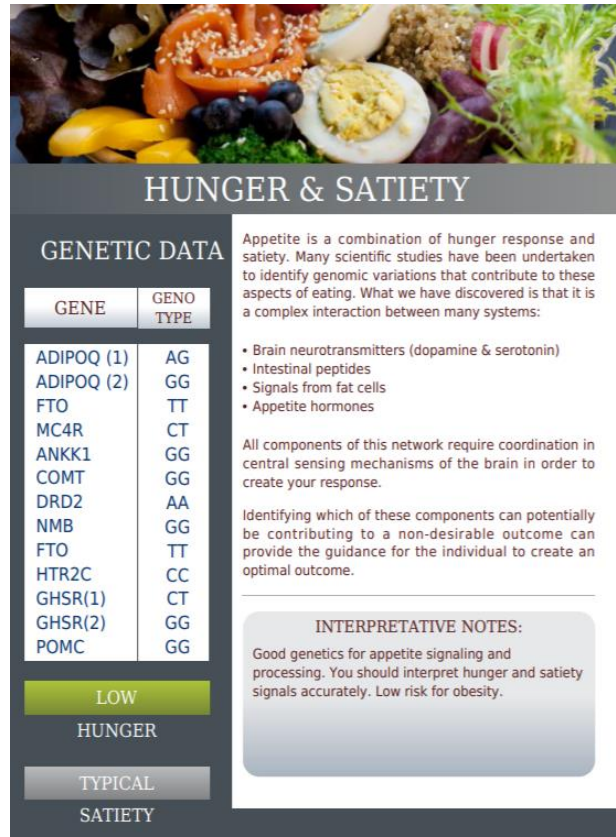
**Şekil 5. Jarvik 7 (İlk yapay kalp)**

**Kaynak:** <https://collection.cooperhewitt.org/objects/35457195/>

Biyomekanik yapay kalp, böbrek, akciğer gibi konuları işleyen kitaplar mevcuttur. Yapay Organ ve Protez Biyomekaniği (Goyal ve Goyal, 2014), Yapay Organlar için Doku Mühendisliği (Hasan, 2017), Yapay Organlar İçin Biyomalzemeler (Lysaght ve Webster, 2011) bu tür kitaplara örnek olarak gösterilebilir. Böbrek, pankreas, mesane gibi yapay organların performansları ile ilgili makaleler mevcuttur (Love, 2017). Organ implant tasarımcıları için kariyer olanaklarının çok iyi olduğu konusunda öngörüler mevcuttur (Hooijdonk, 2016).

## 2.9. Epigenetik Danışmanlık

İngilizcesi “epigenetic” olan sözcüğün bileşenleri incelendiğinde “epi” üzerinde anlamına gelmektedir. “Genesis” ise soy, döl anlamına gelmektedir. TDK’da epigenetik kelimesi şu şekilde açıklanmaktadır: “Genotipi değiştirmeden fenotipin değiştirilmesi, fenotipi ve genotipi bağlayan olaylar zinciri” (<http://www.tdk.gov.tr>). Canlının genetik kodlarının genotipini oluştururken, genotip ve çevre etkileşimi sonucunda ortaya çıkan görüntüsü ve özellikleri ise fenotipini oluşturmaktadır. Epigenetik, alta yatan DNA sekansında değişiklik içermeyen gen ekspresyonunun çalışmasıdır. Vücuttaki her hücre aynı gen grubunu içerir, ancak genlere yapılan işaretler hücre işlevini dikte eden belirli genleri açar ve kapatır. Bu epigenetik işaretlerin çoğunun diyet ve stres gibi çevresel faktörlerden önemli şekilde etkilendiğine ve kanser, obezite ve psikolojik rahatsızlıklardan sorumlu olabileceğine inanılmaktadır.



Şekil 6. Epigenetik Danışmanlık Raporuna Ait Bir Sayfanın Görseli

Kaynak: <https://www.peakwellnessgroup.com/epigenetics>

Bazı epigenetik danışmanlık şirketleri (Örneğin: Kaliforniya'nın Redding şehrinde bulunan Peak Wellness Group), kendilerine başvuranların bireysel genetik planlarını anlamalarına ve gen ifadesini optimize etmelerine yardımcı olduklarını iddia etmektedirler. Ayrıca spesifik sağlık gereksinimlerine dayalı bir beslenme ve yaşam tarzı programını hazırlama ve kişiselleştirme konusunda ileri düzey test ve danışmanlık hizmeti sunduklarını web siteleri vasıtasıyla belirtmektedirler. Epigenetik ve nutrigenomik danışmanlar bireysel genetik bulgulara dayanarak beslenme analizi puanlama rehberi ve hastalık riski için potansiyel genetik rapor gibi çıktılar ile kendilerine müracat eden kişilere hizmet sunmaktadır. Kişilerin genetik yapılarına uygun gıdalar, takviyeler ve yaşam tarzı önerileri bu hizmetin önemli çıktıları arasındadır. Hazırlanan kapsamlı rapor; açlık, tokluk, insülin direnci, gluten riski, süt duyarlılığı, tahıl duyarlılığı, tatlı algısı ve bağımlılığı, karbonhidratlar, lif, toplam yağlar, doymuş yağlar, doymamış yağlar (pufa) omega-3, tekli doymamış yağlar (mufa), protein, metabolizma gibi birçok kategori altında gen, genotip ve danışmanlık alan kişinin genel durumu ve durumu hakkındaki yorumları ihtiva etmektedir. Örnek raporun bir sayfasına ait görünüm Şekil 6'da verilmektedir ([www.peakwellnessgroup.com/epigenetics](http://www.peakwellnessgroup.com/epigenetics)).

## 2.10. Sağlık Hizmetleri İçeriği Sağlayan Ses Asistanı Tasarımcıları

Sağlıkta ses temelli sanal asistanların önemli bir pazar potansiyeli bulunmaktadır. Yaşlıların ve kronik hastaların evde bakımı sırasında tıbbi destek vermek için Amazon'un Alexa (Şekil 7) (Das, 2018) ve Google Assistant (Chung vd., 2018:1) gibi ses temelli sanal asistanları tercih edilmektedir. Bu uygulamalar hala gelişim sürecindedir. Hali hazırda bu sistemleri bilgisayar mühendisliği kökenli yazılımcılar geliştirmektedir. Ancak gelecekte ses asistanları ek sağlık hizmetlerini desteklemek için geliştikçe, içeriği geliştirebilecek etki alanı uzmanlarının doğru ve alakalı içerik sağlamak için uygun kişilerden ve uzmanlıklardan seçilmesi zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Sağlık eğitimi almış kişiler içinden bu alana yönelenler tasarım, geliştirme ve güncelleme aşamalarında önemli roller üstlenecektir (Das, 2018).



**Şekil 7. Amazon'un Alexa Sağlık Ses Asistanı Cihazı**

Kaynak: <https://www.zenogroup.com/alexa-order-affordable-healthcare/>

### **Sonuç ve Değerlendirme**

Gelecekte sağlık alanında onlarca mesleğin gelişeceği ve var olan mesleklerin dönüşüm geçirebileceği öngörülmektedir. Bu çalışmada var olan sağlık mesleklerinin potansiyel dönüşümleri konusuna çok girilmemiştir. Bu konuda Türkçe yazında akademik çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Teknolojinin yoğun olarak kullanılacağı teletıp sistemleri uzmanı, sağlıkta büyük veri analisti, klinik iş analisti, artırılmış/sanal gerçeklik destekli cerrahi planlayıcı, plastik/rekonstrüktif ve estetik cerrahi 3 boyutlu yazıcı uzmanı, sanal hastane yöneticisi, derin öğrenme uzmanı, sentetik organ tasarımcısı, epigenetik danışmanlık ve sağlık hizmetleri içeriği sağlayan ses asistanı tasarımcısı meslekleri irdelenmiştir. Ancak öngörümüz özellikle yapay zekâ, makine öğrenimi ve derin öğrenme teknolojilerinin hekimlerin karar vermelerini güçlendirmede anahtar rol alabileceği yönündedir. Çalışma kapsamında teknoloji ile ilintili gelişmesi ve popülerite kazanması beklenen sağlık mesleklerinden on tanesi ele alınmıştır. Gelecek akademik çalışmalarda farklı teknoloji temelli gelişmesi muhtemel sağlık meslekleri ele alınabilir.

### **Kaynakça**

- Chung, A. E., Griffin, A. C., Selezneva, D., & Gotz, D. (2018). Health and Fitness Apps for Hands-Free Voice-Activated Assistants: Content Analysis. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(9), e174. doi:10.2196/mhealth.9705
- Das, R.(2018). 10 Future Healthcare Jobs To Watch <https://www.forbes.com/sites/reenitadas/2018/01/03/10-future-healthcare-jobs-towatch/#288720842032>
- Gatouillat, A., Badr, Y., Massot B. and Sejdic E. (2018). Internet of Medical Things: A Review of Recent Contributions Dealing With Cyber-Physical Systems in Medicine, in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 5, pp. 3810-3822, Oct. 2018. doi: 10.1109/JIOT.2018.2849014
- Goyal, M.R., Goyal, V.K. (2014). *Biomechanics Of Artificial Organs And Prostheses*, Apple Academic Press, 978-1-4822-3157-1
- Gökbulut, A., Tansan, B., Eren T., Targotay, Ç. (2016). TÜSİAD Raporu: Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olan sanayi 4.0-Gelişmekte olan ekonomi perspektifi. <http://www.tusiad.org/indir/2016/sanayi-40.pdf>, s:25
- Hasan, A. (Ed.) 2017.*Tissue Engineering for Artificial Organs: Regenerative Medicine, Smart Diagnostics and Personalized Medicine*, Volume 1, 978-3-527-33863-4, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- Hooijdonk, R. V. (2016). From organ implant designer to medical roboticist – 8 healthcare jobs of the future <https://www.richardvanhooijdonk.com/en/blog/organ-implant-designer-medical-roboticist-8-healthcare-jobs-future/>
- Mayahi A. S., Badi A. A., Tarhini A. (2018). Exploring the Potential Benefits of Big Data Analytics in Providing Smart Healthcare. In: Miraz M., Excell P., Ware A., Soomro S., Ali M. (eds) *Emerging Technologies in Computing. iCETiC 2018. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 200. Springer, Cham
- McDonald, C. (2017). 5 Big Data Trends in Healthcare for 2017, MapR, <https://mapr.com/blog/5-big-data-trends-healthcare-2017/>



- Miotto, R., Wang, F., Wang, S., Jiang, X., Dudley, J.T. (2018). Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges, *Briefings in Bioinformatics*, Volume 19, Issue 6, 27 November 2018, Pages 1236–1246, <https://doi.org/10.1093/bib/bbx044>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2014). *Management information systems: managing the digital firm*. Boston: Pearson.
- Liston, P.O. (2012). The First Artificial Heart, 30 Years Later, <https://healthcare.utah.edu/healthfeed/postings/2012/12/120212ArtificialHeart30YearsLater.php>
- Love, B. (2017). *Biomaterials: A Systems Approach to Engineering Concepts*, Chapter 14: Artificial Organs. Pages 337-360 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809478-5.00014-6>
- Lysaght, M., Webster, T.J (Ed.) 2011. *Biomaterials for artificial organs*, Woodhead Publishing Limited. 978-0-85709-084-3
- Panesar, A. (2019). *Machine learning and AI for healthcare: Big data for improved health outcomes*. Coventry, UK: Apress.
- Reinsel, D., Gantz, J., Rydning, J. (2018). *Data Age 2025*, sponsored by Seagate with data from IDC Global DataSphere, Nov 2018 <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>  
Erişim Tarihi: 25.07.2019
- Segal, S. (2017). Controlling Critical Risks in Healthcare. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 48(1), 24-26. doi:10.14445/22312803/ijctt-v48p106
- Sennaar, K. (2019). Artificial intelligence in Telemedicine and Telehealth – 4 Current Applications. <https://emerj.com/ai-sector-overviews/artificial-intelligence-in-telemedicine-and-telehealth/>
- Thuemmler, C., & Bai, C. (2018). *Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare*. Cham: Springer International Publishing.
- Tibben, W., & Wamba, S. F. (2018). Exploring the potential of big data on the health care delivery value chain (CDVC): A preliminary literature and research agenda. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. doi:10.24251/hicss.2018.356
- [www.jarvikheart.com/history/robert-jarvik-on-the-jarvik-7/](http://www.jarvikheart.com/history/robert-jarvik-on-the-jarvik-7/)
- [www.mercyvirtual.net/](http://www.mercyvirtual.net/)
- [www.peakwellnessgroup.com/epigenetics](http://www.peakwellnessgroup.com/epigenetics)
- [www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr)
- Vittori, J. (2018). Applications of Augmented Reality In the Healthcare Industry and Its Impact on Surgical Outcomes <https://www.healthworkscollective.com/augmented-reality-in-healthcare-its-impact-on-surgical-outcomes>
- Yalçın, B., Ergene, B. (2017). Endüstride Yeni Eğilim Olan 3-B Eklmeli İmalat Yöntemi Ve Metalürjisi. *SDU International Journal of Technological Sciences*. 9:3. 65-88

## Extended Abstract

### Aim and Scope

The aim of this study is to focus on the transformation of the emerging technologies in the health sector and to raise awareness of new health professions.

### Methods

The literature on the new technology-based occupations in the health sector has been searched. The most mentioned professions were examined. The qualifications required for potential health professionals who want to work in these professions are indicated.

### Findings

Telemedicine systems specialist, healthcare big data analyst, clinical business analyst, augmented / virtual reality assisted surgical planner, plastic / reconstructive and aesthetic surgery 3D printer specialist, virtual hospital manager, deep learning specialist, synthetic organ designer, epigenetic consulting and health care content audio assistant designer providing detailed information about their professions. The role of Technologies namely Artificial intelligence, internet of things,

wearable technologies, cloud computing, augmented reality, virtual reality, big data etc. in making these professions popular has been examined.

### **Conclusion**

It is foreseen that dozens of occupations will develop in the future in the field of health and existing professions will be transformed. In this study, the potential transformation of the existing health professions has not been addressed much. Telemedicine systems specialist, healthcare big data analyst, clinical business analyst, augmented / virtual reality assisted surgical planner, plastic / reconstructive and aesthetic surgery 3D printer specialist, virtual hospital manager, deep learning specialist, synthetic organ designer, epigenetic consultancy and sound assistant designer professions providing health care content. However, our prediction is that artificial intelligence, machine learning and deep learning technologies may play a key role in strengthening physicians' decision-making.