

ARAŞTIRMA MAKALLESİ

SAĞLIK 4.0: SANAYİDE ÖNGÖRÜLEN GELİŞİMİN SAĞLIK SEKTÖRÜNE YANSIMALARI

Güler KOŞTI*
Serhat BURMAOĞLU**
Levent B. KIDAK***

ÖZ

Günümüzde üretim sektöründe yaşanan hızlı dijitalleşme olgusu ile birlikte anılan Sanayi 4.0 kavramının, sağlık sektöründe kendine Sağlık 4.0 kavramıyla yer bulduğu görülmektedir. Sağlık 4.0, sağlıkta esas olarak reaktif olan ve hizmet için ücrete odaklanan bir sistemden, sonuçları ölçen ve proaktif önlemeyi amaçlayan değer temelli bir sistem geliştirme sürecini ifade etmektedir. Bu çalışmanın amacı Sanayi 4.0 sürecinde gelişme gösteren dijital teknolojilerin sağlık sektöründe ne ölçüde yer edindiğini tespit etmektir. Bu tespitlerin sınıflandırılması bundan sonra yürütülecek olan sektörel ve akademik araştırmalara katkı sağlayabilecektir. Araştırmada sistematik literatür taramasından yararlanılmış ve PUBMED veri tabanı bilimsel çalışmalara erişim için kullanılmıştır. Yapılan tarama sonucunda elde edilen bulgular ise sağlık alanında yaşanan teknolojik gelişmelerin daha çok sağlık sistemlerinin yönetilmesi ve sunulmasında insan kaynaklı hataların azaltılmasına, hastaların yer ve zaman sorunu yaşamadan tedavi edilebilmesine olanak sunan erken tanı ve tedavilerin geliştirilmesine ve hastaların hastalanmadan önce sağlıklarını kontrol altına alacak ve yaşam boyu kontrollerini sağlayacak teknolojik gelişmelere odaklandığı yönündedir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi 4.0, sağlık 4.0, nesnelerin interneti, bulut bilişim, sistematik literatür araştırması

MAKALE HAKKINDA

* İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, guler.kst@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5183-0472>

** Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, serhatburmaoglu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-5537-6887>

*** Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, leventkidak@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4144-8368>

Gönderim Tarihi: 06.02.2021

Kabul Tarihi: 01.06.2021

Atıfta Bulunmak İçin:

Koştı, G., Burmaoğlu S., & Kıdak L. (2021). Sağlık 4.0: Sanayide Öngörülen Gelişimin Sağlık Sektörüne Yansımaları. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 24(3), 483-506

HEALTH 4.0: PROJECTIONS OF FORECASTED DEVELOPMENT IN THE INDUSTRY ON THE HEALTH SECTOR

Güler KOŞTI[†]
Serhat BURMAOĞLU^{**}
Levent B. KIDAK^{***}


ABSTRACT

It can be seen that the concept of Industry 4.0, which is associated with the rapid digitalization phenomenon experienced in the production sector today, has found its place in the health sector with the concept of Health 4.0. Health 4.0 refers to the process of developing a value-based system that measures results and aims proactive prevention from a system that is mainly reactive in health and focuses on pay for service. The aim of this study is determining the utilization of digital technologies, which have been used in Industry 4.0 applications, in Health. It is assumed that classification of these findings may contribute to the sectoral and academic research in future. Systematic literature review is applied in this research and PUBMED database is used to retrieve scientific publications. After conducting research, it is found that technological developments in the field of health have focused on reduce human-induced errors in the management and presentation of health systems; the development of early diagnosis and treatments that allow patients to be treated without space and time problems; and the health of patients before they get sick by providing them preventive controlling.

Keywords: Industry 4.0, health 4.0, internet of things, cloud computing, systematic literature review

ARTICLE INFO

* Izmir Katip Celebi University, guler.kst@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5183-0472>

** Prof. Dr., Izmir Katip Celebi University, serhatburmaoglu@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5537-6887>

*** Prof. Dr., Izmir Katip Celebi University, leventkidak@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4144-8368>

Received: 06.02.2021

Accepted: 01.06.2021

Cite This Paper:

Koştı, G., Burmaoğlu S., & Kıdak L. (2021). Sağlık 4.0: Sanayide Öngörülen Gelişimin Sağlık Sektörüne Yansımaları. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 24(3), 483-506

I. GİRİŞ

Thomas Edison, “Geleceğin hekimleri ilaç yazıp tedavi yapmak yerine diyet ve kişinin yaşam tarzını düzene koyarak ve hastalıkların nedenlerini ortadan kaldırarak bu sorunların en başından oluşmasını engelleyici bir şekilde çalışacaklardır” şeklinde sağlık alanına ilişkin görüşünü ileri sürerken günümüzde yaşanan gelişmeleri ifade ettiğini söylemek yanlış olmayacaktır (Göktürk, 2018). Edison’ın ortaya attığı bu görüş günümüzde başlangıçta dijital araçların ve sanayideki dijital dönüşümün etkisi ile dönüşüme uğramış, içinde bulunduğumuz COVID-19 pandemisi ile farklı inovasyonlara sahne olmuştur.

Bu süreçte öne çıkan hususlardan birisi sağlığa erişim konusudur. Thuemmler (2017) dijital teknolojinin bu erişimi sağlayabileceği belirtilmiş Afferni ve diğerleri (2018) ve Bause ve diğerleri (2019) ise düzenli sağlık hizmeti sunumuna eşit, adil ve her an ulaşılabilmesinde dijital teknolojilerin önemini vurgulamışlardır.

Ayrıca, içinde bulunduğumuz küresel salgın döneminde yaşanan gelişmeler, özellikle akıllı sistemlerin kullanımının, temassız erişimin, sürekli takibin ve büyük veri analizi ve analitiğinin diğer sektörlerde olduğu gibi sağlık sektöründe de önemini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Dolayısıyla uygulamalar ve giyilebilir sağlık teknolojileri ile anlık takip yapılmaya başlanmış, yapay zeka algoritmaları kullanılarak salgın seyri takip edilmiş ve böylece karar vericilerin daha etkili kararlar vermelerine dijital teknolojiler aracılığıyla yardımcı olunmuştur.

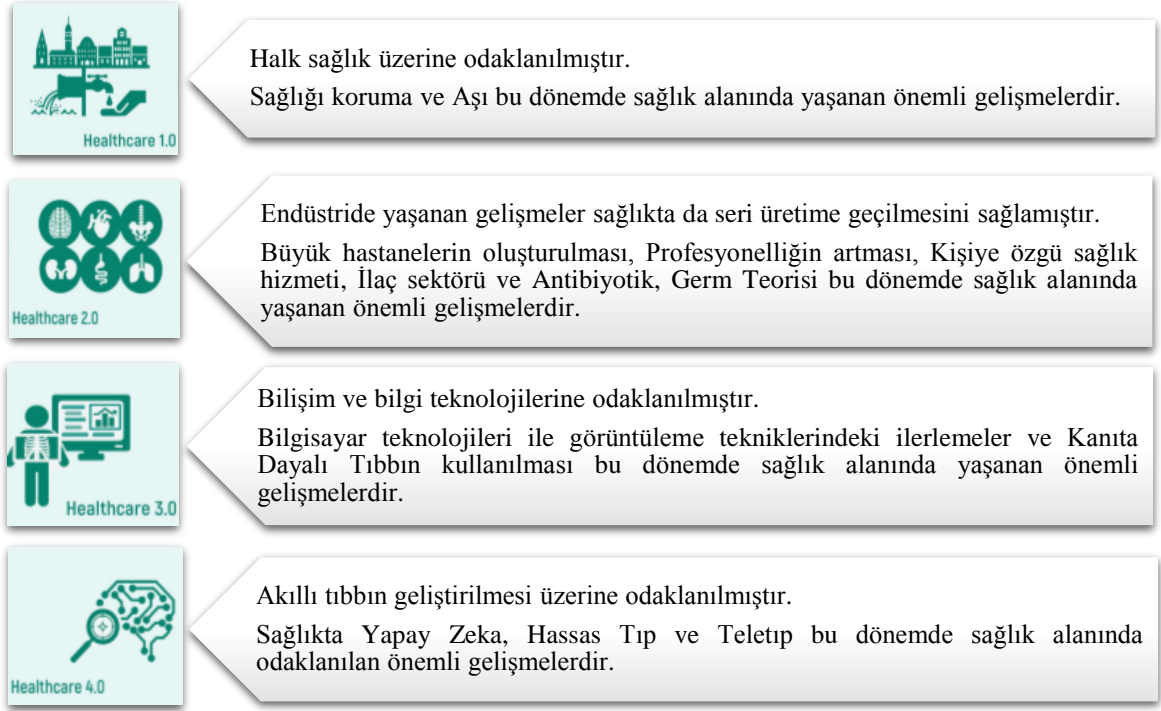
Dijital teknolojilerin bahsedilen önemine istinaden bu çalışmada Sanayi 4.0 sürecinde gelişim gösteren teknolojilerin sağlık sektöründeki etkisi incelenmiş ve sağlık alanında bu ilerlemelerin ne ölçüde katkı sağladığı yürütülen bilimsel çalışmalar ile derlenerek ve irdelenerek sağlığın fonksiyonları özelinde sınıflandırılmıştır. Yürütülen bu çalışma ile birlikte araştırmacıların ve politika yapıcıların dijitalleşmenin sağlık sistemine etkisini tüm dünyada yürütülen bilimsel yayınlar kapsamında değerlendirebileceği ve belirli oranda büyük resmi görebilecekleri bir araştırma ortaya konması amaçlanmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki ikinci bölümünde günümüzde dijitalleşme olgusunun ortaya çıkardığı ve gelişimine katkıda bulunduğu Sanayi 4.0 sürecinin tarihsel gelişiminin, sağlık alanına yansımaları sonucunda gelişen Sağlık 4.0 sürecinde yaşanan gelişmeler kronolojik olarak literatür derlemesi aracılığı ile aktarılmıştır. Üçüncü bölümde, makalede uygulanan yöntem için geliştirilen modelin uygulama adımlarına yer verilmiş ve bu adımlar açıklanmıştır. Analiz dördüncü bölümde gerçekleştirilmiş ve bulgular aktarılmış, son olarak beşinci bölümde bulguların sağlığa yansımaları “Hastanın Tedavisine Yönelik Birimler ve Tanı Koymaya Yönelik Birimler” bağlamında sınıflandırılarak ve literatürle tartışılarak aktarılmıştır.

II. SAĞLIK 4.0: SANAYİDE YAŞANAN DEVRİMLERİN SAĞLIK ALANINA YANSIMALARI

Bilindiği üzere, sanayi devrimleri tarihsel açıdan incelendiğinde art arda meydana gelen ve birbirini takip eden dört dönemden oluşmaktadır (Smith, 2007). Sanayi 1.0 dönemi fabrikalarda buhar gücüyle çalışan makinelerin kullanılmaya başlanmasıyla gelişmiş, Sanayi 2.0’da daha çok mekanik-elektronik aletler kullanılmaya başlanmış ve Henry Ford üretim bantları için elektrik gücünü kullanarak seri üretime geçişi sağlamıştır, Sanayi 3.0 ile ise dijital çağın başlamasıyla beraber yeni bir üretim standardı oluşmuş elektronik ve bilgi teknolojileriyle sanayide otomasyon büyük oranda yaygınlaşmıştır. Son olarak Sanayi 4.0 dönemi sanayi üretiminde yer alan bütün paydaşların birbiriyle haberleşmesi, tüm bilgilere anında ulaşılabilmesi ve elde edilen bu bilgiler aracılığıyla yüksek katma değer elde edilmesi üzerinde durmuştur. Sanayi devrimlerinde yaşanan ilerlemeler ile birlikte gelişme gösteren sağlıkta dönüşüm sürecini de benzer bir analogiyle ele alarak dört dönemli bir yapı kurgulanabilir. Chen ve diğerleri (2020) süreci Şekil 1’deki gibi özetlemiştir.

Şekil 1. Sağlık Hizmetlerinde Artan Trendler



Kaynak: Burns, 2007; Chen vd., 2020

Şekil 1'deki dört dönemli kurgu incelendiğinde, yeni ekonomik gelişmelerin ve yeni salgın hastalıkların ortaya çıkmasıyla halk sağlığı çözümlerine odaklanarak oluşturulan ve deneysel bilgilerin başlamasını sağlayan dönem Sağlık 1.0'in oluşmasını sağlarken, nedensellik bağı içinde kesin bilgiye dayanarak seri üretim konseptinin ve teknolojisinin oluşması Sağlık 2.0 döneminin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Daha büyük hastaneler ve daha iyi tıp eğitimlerinin verildiği kurumların kurulması ve doktorların daha iyi tedavi kalitesi için uzmanlık eğitimi alması ve bilgisayarın boyutlarının küçülerek bilgisayar tabanlı cihazların ve bilgi teknolojisinin hızlı bir şekilde geliştirilmesi ise Sağlık 3.0'un oluşmasını sağlamıştır. Günümüzde ise akıllı tıbbın gündeme gelmesiyle gelişme gösteren hastaları hastaneden ziyade hastane dışında da sürekli gözetim altında tutmayı amaçlayan hem hastayı hem de hekimi bilgilendirecek teknolojiler ile sağlık hizmeti sunan Sağlık 4.0 dönemi gelişme göstermeye başlamıştır (Chen vd., 2020). Şimdi sırasıyla sağlıktaki dönemsel gelişmeler sanayideki dönüşümle karşılaştırmalı olarak sunulacaktır.

2.1. Sağlık 1.0 (Healthcare 1.0)

Üretime ilişkin olarak meydana gelen ilk devrim tarımda yaşanmış olup göçebe yaşamdan yerleşik yaşama geçen toplulukların tarımsal üretime başlaması ile birlikte sosyal olarak köklü bir değişim yaşanmıştır. Sanayi 1.0 olarak adlandırılan bu süreç İngiltere'de 1780'li yıllarda başlayıp, 1870'lere kadar devam eden dönemi kapsamakla birlikte aynı zamanda sanayileşmenin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Sanayi 1.0'ın temel düşüncesi ise buhar ve su gücünün daha etkili bir biçimde kullanılmasını sağlamak, üretimde insan gücü yerine makine gücünü kullanarak üretimin fabrikalara taşınmasına katkıda bulunmak olmuştur (Acemoğlu ve Robinson, 2014).

Sanayi 1.0'da yaşanan gelişmelerin sağlığa yansımaları sonucunda ortaya çıkan ve Sağlık 1.0 olarak nitelendirilen dönem ise 19'uncu yüzyılın sonlarında başlayıp 20'nci yüzyılın ortalarına kadar devam eden dönemi kapsamaktadır. Sağlığın ilk gelişim süreci nesilden nesile devredilen dinsel inançlar, değerler ve diğer kültürel öğeler ile oluşan bilgilerle birlikte hastalıkların tedavi edilmeye çalışılması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu dönemde bireyin sağlığında meydana gelen sorunların sihir veya

büyüden kaynaklandığı ve hastalanan insanların vücuduna iyi veya kötü ruhların girmesi sonucunda ortaya çıkan hastalığın iyileştirilmesinde ise günümüzün doktorları olarak nitelendirilen şamanların, rahip-hekimlerin veya büyücülerin doğüstü unsurlarla iletişime geçerek hastalıkları iyileştirdiği düşünülmüştür.

Bu dönemde hastalıkların büyüsel yöntemler kullanılarak iyileştirilmeye çalışılmasına ek olarak zamanla tedaviyi destekleyen deneysel yöntemler de kullanılmaya başlanmıştır (Davidson, 1983). Bu yüzden Sağlık 1.0 döneminde asıl olarak yaşanan gelişmeler 19'uncu yüzyılın sonlarında yaşanan sanayi devriminden sonra gelişme göstermeye başlamış ve 20'nci yüzyıl boyunca sağlığı geliştirici tedbirler alınmaya, hastalıkları teşhis ederek önlemeye ve tedavi etmeye yönelik yöntemler geliştirmeye odaklanılmıştır. Bu dönemlerde ortaya çıkan endemik hastalıkların kirlenmiş içme suyundan kaynaklandığına dair kanıtların ortaya çıkmasıyla, İngiliz Hükümeti 1830'larda evlere özel su boru hatları döşemeye başlamış ve alınan bu tedbirler bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasını ve yayılmasını etkili bir şekilde önlemiştir (Mackenbach, 2007). Ayrıca bunlara ek olarak kullanılan gıdaların sağlıklı hale getirilmesi, antibiyotik ve aşı gibi tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi sonucunda yaşanan bilimsel gelişmeler güçlenerek, ilerlemiş ve epidemiyoloji ile laboratuvar biliminde yaşanan gelişmeler kapsamlı olarak Sağlık 1.0'ın gelişmesini katkı sağlamıştır (Chen vd., 2020). Bu dönemde sağlıklı yaşamının insanların temel hakkı olduğu düşünülmüş ve sağlık hizmetlerinden herkesin yararlanmasını sağlamak temel bir hükümet işlevi haline gelmiştir (DeSalvo vd., 2017).

2.2. Sağlık 2.0 (Healthcare 2.0)

Sanayi 2.0, Sanayi 1.0'ın son zamanları olarak ifade edilen 1870'li yıllar ile Birinci Dünya Savaşı'nın çıktığı 1914 yılına kadar olan sürede oluşan teknolojik ilerlemelerin meydana getirdiği sosyal ve ekonomik değişim dönemi olarak tanımlanmaktadır. Sanayi 2.0 genel olarak Sanayi 1.0'da yaşanan büyük gelişmeler ve buluşların toplumsal dönüşümünü ifade eden ve aydınlanma döneminde gelişme gösteren bilimsel yöntemlerin oluşturduğu bir sanayi devrimidir (Mokyr, 2011).

Sanayi 2.0'da yaşanan gelişmelerin sağlığa yansımaları sonucunda ortaya çıkan ve Sağlık 2.0 olarak nitelendirilen dönemin ise 20'nci yüzyılın ikinci yarısında gelişme göstermeye başladığını söylemek mümkündür. Sanayide yaşanan gelişme ve değişimlerin devam etmesi ve montaj hatlarının kullanımıyla seri üretime geçilmesi sonucunda yaşanan ilerlemeler sağlık alanında da büyük dönüşümlerin yaşanmasına katkıda bulunmuştur. Ancak modern tıbbın gelişmesini sağlayan Germ Teorisi Sağlık 2.0 olarak nitelendirdiğimiz dönemin başlangıcını oluşturmuştur. Germ Teorisi; enfeksiyonların veya hastalıkların nedenlerini açıklamak için öne sürülen ve birçok hastalığın patojenlerden veya mikroorganizmalardan kaynaklandığını açıklayan bir teoridir. 20'nci yüzyılın başlarında özellikle mikroorganizmaların keşfedilmesi sonucunda fizyoloji, biyoloji, patoloji, anatomi gibi bilim dallarında yaşanan ilerlemelerle modern tıp alanında önemli gelişmeler yaşanmış, antibiyotik ve penisilin bulunmasıyla birçok aşı ve ilaç geliştirilmiş ve tedavi alanında önemli gelişmeler yaşanmaya başlamıştır (Zaffiri vd., 2012).

Sağlık 2.0 döneminde sağlığın, kronik hastalıklarda yaşanan artışa ve AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome), HIV (Human Immunodeficiency Virus) gibi yeni bulaşıcı tehditlere karşı hazırlıksız olduğunun kabul edilmesiyle birlikte sağlığın temel işlevlerinin ve temel hizmetlerinin geliştirilmeye çalışılması üzerinde durulmuştur. Bu dönem yaşanan hastalıkların tedavisi ve korunma tedbirleri birçok araştırma ve deney sonucunda ulaşılan bilimsel bilgiye dayandığı için daha kesin ve rasyoneldir. Hasta bireylerin tanı ve tedavisi sağlık alanında eğitim almış uzman kişiler tarafından yapılmaya başlanarak tanı ve tedavi süreçlerinde gelişmiş teknolojik araç ve gereçler kullanılmıştır. Önceki yüzyıllarda pek çok kişinin ölümüne sebep olan birçok bulaşıcı ve salgın hastalıklar bu dönemde geliştirilen aşular yardımıyla kontrol altına alınmıştır (Kızılcılık, 1995). Bu dönemde yaşanan hızlı gelişmeler ruhsal, fiziksel, ekonomik ve kültürel olarak insanların sağlıklarını olumsuz yönde etkilediği için bu dönemde sağlık alanında insan psikolojisi üzerine de birçok çalışma yapılarak çözüm yolları aranmıştır. Ayrıca bu dönemde tıp eğitiminde hem temel bilim eğitimi hem de klinik eğitim eşit derecede önemli hale gelmiş ve hastaneler büyüyerek daha fazla profesyonel tarafından hizmetin verildiği,

doktorların daha fazla hastayı tedavi ederek daha karmaşık koşullarla başa çıktığı büyük uzmanlık kurumları haline gelmiştir (Chen vd., 2020).

2.3. Sağlık 3.0 (Healthcare 3.0)

Sanayi 3.0, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra adım adım oluşan değişikliklerle birlikte 1970'li yıllarda büyük bir sıçramaya neden olmuş ve elektriğin seri üretimde kullanılması ile üretim hattında yaşanan gelişmeler bu devrimi tetiklemiştir. Diğer sanayi devrimlerinden daha farklı özellik ve niteliklere sahip olan bu çağda yaşanan en önemli gelişme, internetin bulunması ve yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan haberleşme ve bilgi işleme tekniklerinin gelişmesi olmuştur (EBSO, 2015).

Sanayi 3.0'da yaşanan gelişmelerin sağlığa yansımaları sonucunda ortaya çıkan ve Sağlık 3.0 olarak nitelendirilen dönem için sağlık bilgi sistemlerinin gelişim süreci incelendiğinde Sağlık 3.0'ın da teknoloji ve tıp alanındaki gelişmelerle paralellik gösterdiği görülmüştür. 1960'lı yıllarda tek tip dokümantasyon yaklaşımı ile bilgisayar tabanlı hasta kayıt sistemlerinin ilk uygulamaları kullanılmaya başlanmış ve 1960'lı yılların sonunda finans, muhasebe, istatistik ve faturalama amacıyla ilk hastane bilgi sistemleri geliştirilmiştir. 1980'li yıllardan itibaren klinik enformasyon sistemlerini içeren entegre hasta kayıt ve dijital görüntüleme sistemleri kullanılmaya başlanmış bilgisayar ve iletişim teknolojileri alanındaki gelişmeler ise 2000'li yıllarda elektronik sağlık sistemlerinin oluşturulmasına katkıda bulunmuştur (Bayın vd., 2016). Ayrıca bu dönemde hastalıkların yalnızca mikroba dayalı olmadığı psikolojik, fizyolojik ve sosyal sorunlar gibi birçok nedenin hastalık unsurunu oluşturabileceği saptanmıştır.

Bu dönemde hastalıkların ortaya çıkardığı semptomlara göre yapılan tedavi edici sağlık hizmetleri anlayışından koruyucu sağlık hizmetleri anlayışına doğru bir yönelme söz konusudur (Sargutan, 2005). Verilen sağlık hizmetlerinde ise eşitliğe ulaşmak amaçlanmış ve sağlığın sosyal belirleyicilerine daha fazla önem verilerek, hem sağlık hem de sağlık dışı sektörlerde sağlığın sosyal belirleyicilerini doğrudan etkileyen çevresel, politik ve sistem düzeyindeki eylemlerde işbirliğinin gerçekleştirilmesini sağlamaya yönelik adımlar atılmıştır (DeSalvo vd., 2016). Diğer yüzyıllarda pek çok kişinin ölümüne sebep olan birçok bulaşıcı ve salgın hastalıklar ise geliştirilen aşılardan ve ilaçlar yardımıyla kontrol altına alınırken insanlar için büyük riskler oluşturan Domuz Gribi, SARS, AIDS, Kuş Gribi gibi yeni bulaşıcı hastalıklar ortaya çıkmıştır.

Yaşanan teknolojik gelişmeler 1980'lerde küçük bilgisayar ve tesislerin üretilmesiyle mikroişlemcilerin gelişmesini sağlamış ve iletişim ve bilgisayar teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler, 2000 yıllarında elektronik sağlık sistemlerinin oluşumunun sağlanmasına katkıda bulunmuştur (Jadad ve Enkin, 2007). Hızla ilerleyen bilgisayar teknolojileri tomografi görüntülerinin de gelişmesini sağlayarak doktorların yaralanmaları daha ayrıntılı inceleyebilme ve hastalıkları daha önce tanımlayabilme olanaklarını artırmıştır. Teknolojinin gelişimiyle doğru orantılı olarak gelişme gösteren görüntüleme tekniklerindeki ilerlemelerin, cerrahi alanında kullanılmasını sağlamak üzere daha küçük aletlerin geliştirilmesinden lazerlerin kullanılmasına ve bazı müdahaleleri gerçekleştiren robotların geliştirilmesine kadar yaşanan birçok teknolojik yenilik sayesinde hastalıkların teşhis ve tedavisi pratikleştirilerek hekimlerin hastalarını daha ayrıntılı incelemesine hastalıkları ise daha önceden tanımlayabilmesine olanak sağlamıştır. Gelişen teknolojilerle birlikte yapılması olanaksız olan birçok operasyon ve organ nakilleri başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu dönemde internette yaşanan gelişmeler de öğrenme şeklimizin değişmesine büyük katkılar sunmuş çoğu tıbbi kaynağın e-kütüphaneler ile elde edilebilmesi sağlanarak kanıta dayalı tıbbin gelişimi hızlanmış ve bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler Sağlık 3.0'ın temelini sağlamlaştırmıştır (Chen vd., 2020).

2.4. Sağlık 4.0 (Healthcare 4.0)

20'inci yüzyılın ilk yıllarında yani sanayi üretiminin ve fabrikanın doğuşuyla, üretimde kökten bir değişim yaşanmaya başlamış ve 1960'ların sonlarında endüstriyel süreçler elektronik ve bilgisayar teknolojilerinin kullanımıyla yeniden düzenlenmiştir. 21'inci yüzyıl başlarında ise bilişim ve iletişim

teknolojilerinde yaşanan ciddi ilerlemeler internetin yaygınlaşmasını, yazılım alanında yaşanan gelişmeler ise akıllı sistemlerin ilerlemesini sağlamıştır (Görçün, 2016). Bu aşamada gelişme göstermeye başlayan dijital ve fiziksel sistemler ile bağlantı kurularak üretim aşamalarının robotlar yardımıyla kurgulandığı otomatik üretim çağı başlamış ve siber-fiziksel sistemlerin, aktif veri işlemeyle değer zincirlerine uçtan uca bağlandığı, Sanayi 4.0 evresi yaşanmaya başlanmıştır (Gerbert vd., 2016). Ancak Sanayi 4.0 süreci sadece üretim teknolojilerinde değil başta sağlık olmak üzere birçok alanda dijital dönüşümün yaşanmasına sebep olmuş ve ortaya çıkan sosyal ve ekonomik gelişmeler sağlık kayıtlarında gözle görülür bir artış yaşanmasını sağlayarak günümüzdeki teknolojik ilerlemelere uyum sağlamayı bir zorunluluk haline getirmiştir (Wiechert ve Michahelles, 2007).

Bunlara ek olarak sağlık alanında yaşanan teknolojik ilerlemeler, ülkeler arasında “sağlık diplomasisi” olarak ifade edilen yeni bir diplomasi türünün öne çıkmasına neden olmuştur. Sağlık teknolojileri ve digitalleşme, insanlar için bilimin onlara görünen ve en hızlı temas eden yüzü olarak değerlendirildiğinde, yumuşak güç diplomasisi olarak ele alınan sağlık diplomasisi kavramının ülkeler için neden önemli olduğu kolaylıkla anlaşılabilir. Bu nedenle de pek çok devlet bilime, teknolojiye, teknoloji geliştiren insana ve kurumlara yaptıkları yatırım ve teşviklerle dijital dünyanın güçlü devletleri arasına girmektedir (Bulut & İnce, 2020).

Bilişim teknolojilerinde ve sanayide yaşanan gelişmelerle birlikte ortaya çıkan Sağlık 4.0 kavramı ise Sanayi 4.0 kavramından türeyerek oluşturulmuş ve Sanayi 4.0’da yaşanan gelişmelerin sağlığa yansımaları sonucunda sağlık alanı için oldukça önemli bir stratejik kavram haline gelmiştir. Sağlık 4.0 kavramı ilk olarak bilişim teknolojilerinin sağlık alanında yaygın olarak kullanımını akla getirmiş olsa da bilişim teknolojileri sağlık alanında, hastane bilgi sistemlerinden görüntü analizi sağlamaya, laboratuvar ölçüm cihazlarından SGK reçete sistemlerine kadar her noktada zaten yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden Sağlık 4.0’ın, sağlık politikasının belirleyicilerinden olan ülkelerin ve kişilerin geleneksel hastane ve hastalık odaklı tutumundan sağlık odaklı yeni bir yaklaşımın benimsendiği kavramsal sürece geçmeyi ifade ettiğini söylemek daha doğru olacaktır. Çünkü Sağlık 4.0, sağlık sektöründe paydaşların düzenlediği ve hizmetin hasta ihtiyaçları için merkezi bir şekilde yürütüldüğü yeni bir modeli temsil etmekte ve bu kavram ile hastalar, profesyoneller ve diğer paydaşlar için sağlık hizmetlerinde sanallaştırma, kişiselleştirme ve sağlık endüstrisinin teknolojiyle genel olarak iyileştirilmesi üzerinde durulmaktadır (Thuemmler ve Bai, 2017).

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede, yaşanan nüfusla birlikte hastalık oranı artmakta ve yeterli sağlık hizmeti sağlayıcılarının bulunamaması karşımıza önemli zorlukları çıkarmaktadır. Özellikle yaşlanma veya kazalardan kaynaklanan fiziksel bozuklukların kişinin hareketliliğini engellediği durumlar ve salgın hastalıkların ortaya çıktığı durumlarda Sağlık 4.0 teknolojilerinin kullanımı, yaşlı bakımı ve uzaktan hasta izleme uygulamaları için umut verici bir çözüm sunmaktadır (Jagadish vd., 2019). Bu yaklaşımlar, bir hastanede veya başka bir klinik ortamda hastaya odaklanma, daha iyi klinik sonuçlar için tedaviyi optimize ederek uyarılma ve karmaşık bir sağlık sistemini sabitleme eğilimindedir. Bu dönemde yaşanan gelişmeler sağlıkta yaşanan teknolojilerin ilerlemesiyle sağlık sistemlerinin daha akıllı ve otomatik olduğu erken tanı, uyarı sistemleri ve öngörücü stratejilerle donatıldığı, yeni tıbbi cihaz, ekipman ve araçların geliştirilmesi ile hastalık teşhisi alanında yeni bilgilerin edinildiği bir dönemi kapsamaktadır (Thuemmler ve Bai, 2017). Ayrıca bireyleri sağlıklı iken hastanelere başvurmaya yönelterek sağlığın hastalanmadan önce korunmasını sağlayan ve hastanelerin hastalık kuruluşları olmasından daha çok kişilerin sağlık düzeylerini artırmak için yapılan çalışmalara odaklanan merkezler olmasını amaçlamıştır (ThinkTech, 2019).

Bu dönemle birlikte insanların yaşam sürelerini arttıracak, erken teşhisi kolaylaştıracak, kişiye özel tedavi yöntemlerini ve uzaktan teşhis ve tedaviyi mümkün kılacak yenilikler arka arkaya gelmiştir (Vogel, 2017). Bu yenilikler kişiselleştirilmiş tıp (personalized medicine) kavramının daha da gelişmesine olanak sağlamış, hastalıkların tedavisi ve hastalıklardan korunma amacıyla kişilerin genlerinin, yaşadığı çevrenin ve yaşam tarzlarının dikkate alındığı hassas tıp (precision medicine) kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu dönemde gerçekleştirilen sağlık gelişmelerinin temel amaçları, hastaların biyomedikal parametrelerinin gerçek zamanlı olarak uzaktan izlenmesi yoluyla

kişiselleştirilmiş bakım sunulabilmesidir (Schiavoni vd., 2020). Bu nedenle Sağlık 4.0 kişiye özel olarak oluşturulan sağlıklı olma koşullarının, hastane dışında da oluşmasını sağlayan, hastalıkların erken tanısı ile tedavisini içinde bulunduran yeni bir model olmasının yanı sıra yaşanan teknolojik gelişmeler ile bireysel paydaşlara doğru zamanda, doğru yerde ve doğru bilgiyi vererek ortaya çıkabilecek komplikasyonların azaltılmasına ve hasta sonucunun iyileştirilmesine yardımcı olacak akıllı bir sistem geliştirmeye yöneliktir (Thuemmler ve Bai, 2017).

Bu yüzden Sağlık 4.0 gelişimini internet vasıtasıyla bireyler ve hastalar için sağlıkla ilgili gerçek zamanlı bilgi sağlamayı amaçlayan milyarlarca farklı yapıdaki teknolojilerden nesnelere interneti aracılığıyla elde edilen verilerin kaynağıyla ilgilenen sağlık alanındaki mevcut sanayi devrimi olarak tanımlanmak daha olasıdır. Sağlık 4.0, hasta bakımının hareket merkezi olmasının yanı sıra, birbirine bağlanan bilirliliği artırmak için tasarlanmış bir harekettir. Ağa bağlı elektronik sağlık kayıt sistemleri, yapay zeka, görünmez kullanıcı ara yüzleri ve giyilebilir cihazlardan gelen gerçek zamanlı verilerle çalışan Sağlık 4.0, sağlık sektöründe önemli gelişmelerin yaşanmasına önayak olmaktadır. Sağlık 4.0 sağlık hizmetlerini daha öngörücü ve kişisel hale getirerek işbirliği ve tutarlılık üzerine kurulmakta ve elde edilen verilerin daha düzenli ve etkili bir şekilde toplanarak tanı koymada ve tedavi hizmetlerinde daha bilinçli kararlar alınmasını sağlayabilmektedir. Nasıl ki Sanayi 4.0 terimi, içinde ışık ve işçi bulundurmayan fabrikalar oluşturmayı amaçlamışsa, Sağlık 4.0 terimi de içerisinde hasta olmayan sağlık kuruluşları oluşturmayı yönelik yapılan teknolojik gelişmeler üzerinde durmuş ve temel olarak insansız hastaneler oluşturulmasını amaçlamıştır. Bunun sağlanması ise sağlık kavramının birkaç koldan dikkatli bir şekilde yeniden ele alınması ile mümkündür. Özetle günümüzde yaşanmakta olan Sağlık 4.0 ile tüm sağlık alanında reaktif olan ve hizmet için ücrete odaklanan bir sistemden, sonuçları ölçen ve proaktif olarak önleme sağlayan değer temelli bir sistem anlayışına yönelmenin söz konusu olduğunu söyleyebiliriz (Bause vd., 2019).

III. YÖNTEM, VERİ VE ANALİZ

Bu makalede Sanayi 4.0 sürecinde gelişme gösteren dijital teknolojilerin sağlık sektöründe ne ölçüde yer edindiğini tespit etmek ve bu tespitleri sınıflandırarak bundan sonra yürütülecek olan sektörel ve akademik araştırmalara katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için bilimsel yayın veri tabanlarından yararlanılmıştır. Araştırmanın bu yönüyle keşfedici bir araştırma formatında olduğu söylenebilir.

Araştırmada uygulanan yöntem sistematik bir literatür incelemesi olarak kısaca özetlenebilir. Sistematik literatür incelemesi, alanında uzman kişilerin yardımıyla ulaşılması mümkün olan en iyi araştırma yöntemini belirlemek amacıyla benzer yöntemlerle yapılmış veya o alanda yayınlanmış bütün çalışmaların kapsamlı olarak taranması, çeşitli dâhil etme veya çıkarma ölçütleriyle araştırmaların kalitesinin değerlendirilerek hangi çalışmaların derlemede yer alacağını belirlenmesi ve derlemeye dâhil edilen araştırma bulgularının yapılandırılmış ve kapsamlı bir şekilde sentez edilmesi sürecini ifade etmektedir (Karaçam, 2013). Bu yüzden çalışmada sistematik literatür incelemesi kapsamında yürütülen yayın analizi için öncelikle veri tabanı seçimi yapılmalı ve ardından bu veri tabanından yine belirlenecek arama stratejisine göre veriler elde edilmelidir. Son olarak elde edilen veriler irdelenerek ve amaca uygunluğuna göre derlenerek sonuçlandırılmaktadır.

Yürütülen çalışmanın sağlık alanında olması nedeniyle sağlık odaklı bir veritabanı olan PubMed veri tabanının yürütülecek araştırmanın literatürünü oluşturması açısından daha etkili olacağına karar verilmiştir. Bilindiği üzere PubMed, 1950 yılından günümüze kadar MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System) ve diğer kaynaklardan, sağlık ve tıp alanındaki dergilerden konu taraması yapma fırsatı sunan, yoğun bir şekilde kullanılan ve serbest erişim imkanı sağlayan bibliyografik sağlık veri tabanı olarak tanımlanmaktadır (Lu, 2011). Web of Science veya Scopus gibi veri tabanları mühendislik veya sosyal bilimler ağırlıklı olması nedeniyle araştırma sürecinde ilgisiz yayınlarla karşılaşılacağı değerlendirildiğinden göz ardı edilmiştir. Google Scholar veri tabanı ise bir endeksleme sistemi olmayıp arama sistemi olduğundan çok yüksek oranda gürültü (noise) yaratabileceği düşünüldüğünden tercih edilmemiştir.

Veri tabanına karar verildikten sonra ikinci husus verinin elde edilmesi ve bu kapsamda arama stratejisine karar verilmesi işidir. Bu yüzden bu çalışmada ilk olarak gelişme gösteren teknolojilerin Sağlık 4.0 sürecine nasıl yansıdığıyla ilgili literatür taraması yapıldıktan sonra elde edilen bilgiler ile PubMed veri tabanında “Industry 4.0” OR “Health 4.0” OR “Smart Manufacturing” anahtar kelimeleriyle tarama yapılmış ve incelemelerin kapsamı, makale türü olarak “Dergi Makaleleri”, yıl olarak “Son 10 Yıl (2010-2020)”, dil olarak “İngilizce”, metin kullanılabilirliği ise “Özet” seçilerek sınırlandırılmıştır. Kapsama alınacak yayınlara ilişkin anahtar kelimelerin taranması için “OR” mantık operatörü kullanılmış, indirme işlemi ise tam metin formatında yapılmıştır. Yayınların tarama işlemi 26-29 Şubat 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Konu dahilinde kullanılan anahtar kelimelerle elde edilen makale sayısı 181’dir. Ancak ulaşılan makalelerin tam metinleri indirildikten sonra yapılan incelemeler sonucunda yazarların makalelerinde işledikleri konular dikkate alınarak ve uzman görüşüne başvurularak bir hastane sınıflandırılması oluşturulmuştur. Elde edilen verilerin hastane sınıflandırmasına bağlı bir şekilde aktarılmasının ise konuyu anlamlandırma konusunda daha iyi olacağına karar verilmiştir. Bu doğrultuda incelenen makalelerin 125’inin konuyla ve yaptığımız sınıflandırmayla bir ilgisi olmadığı sonucuna ulaşılmış ve çalışma 56 makale üzerinden yapılmıştır. Bilindiği üzere içerik analizi yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli husus ise analiz sonuçlarının doğru olmasında veri kaynağının çalışmanın amacı ile uyumlu olması gerekliliğidir (Huang vd., 2015).

Veriler elde edildikten sonra yürütülecek son adım elde edilen 56 makalenin tam metin incelemelerinin yapılarak belirlenecek bir sınıflandırma prosedürüne göre bu çalışmaların tasnif edilmesidir. Tasnif etme sürecinin yürütülebilmesi için PubMed veri tabanından elde edilen yayınlarda yapılan uygulamaların amaçları ve önerilen uygulamaların işlevleri arasındaki ilişkiler dikkate alınmış ve uzun yıllar sağlık yönetimi alanında çalışan ve profesyonel tecrübeye sahip bir uzman görüşüne başvurularak Şekil 2’deki gibi oluşturulan hastanenin fonksiyonel sınıflandırmasına erişilmiştir.

Şekil 2. Hastane Fonksiyonel Sınıflandırması



Şekil 2’de yer alan sınıflandırmada hastanelerin tıbbi birimleri, hastanın doğrudan tedavisine yönelik birimler ile tanı koymaya yönelik birimler olmak üzere iki şekilde incelemiştir. Hastanın tedavisine yönelik birimler, yataklı servisler (klinikler), ameliyathane, poliklinikler (ayaktan hasta hizmetleri) olmak üzere dört alt başlık altında incelenirken, tanı koymaya yönelik birimler radyoloji (görüntüleme) ve laboratuvarlar (biyokimya, mikrobiyoloji) olmak üzere iki alt başlık altında incelenmiştir. Daha sonra ise hastanın tedavisine yönelik birimler ile tanı koymaya yönelik birimlerin hepsi tek tek tanı ve tedaviye yönelik uygulamalar alt başlığıyla sınıflandırılmıştır.

IV. BULGULAR

Tam metin araştırmalarında yer alan önemli çalışmalardan yola çıkarak çalışmaya dahil olan 56 yayının içeriklerinin incelenmesi ve Şekil 2’deki Hastane Fonksiyonel Sınıflandırmasında yer alan

Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik olan dört birim (Yataklı Servisler, Ameliyathane, Acil Servis ve Poliklinikler) dört farklı tabloyla ayrıntılarıyla aktarılmış, Tanı Koymaya Yönelik oluşturulan iki birim (Radyoloji ve Laboratuvarlar) ise iki farklı tablo ile aktarılmıştır.

Oluşturulan bu tabloların sınıflandırılarak aktarılmasının esas amacı ise bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara kaynak oluşturabilmektir. Bu nedenle ilk olarak Tablo 1’de PubMed’den elde edilen veriler dahilinde sınıflandırılan ve Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik olan Yataklı Servisler için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 1. Yataklı Servislere Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

	Tanıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Yataklı Servisler (Klinikler)	1. Assessment of Noise Pollution in and Around A Sensitive Zone in North India and Its Non-Auditory Impacts (Khairwal vd., 2016).	1. Implications of the Minimal Clinically Important Difference for Health-Related Quality-of-Life Outcomes: A Comparison of Sample Size Requirements for an Incontinence Treatment Trial (Halme vd., 2015). 2. Development of a Wireless Mesh Sensing System with High-Sensitivity LiNbO3 Vibration Sensors for Robotic Arm Monitoring (Du vd., 2019). 3. Morphology Development in Solution-Processed Functional Organic Blend Films: An In Situ Viewpoint (Richter vd.,2017). 4. Health Related Quality of Life of Patients and Their Caregivers In Rare Diseases Results of the Burqol-Rd Project In Hungary (Péntek vd., 2014). 5. Introducing Care 4.0: An Integrated Care Paradigm Built on Industry 4.0 Capabilities (Chute ve French, 2019). 6. Securing the Continuity of Medical Competence in Times of Demographic Change: A Proposal (Hasebrook vd., 2016).

Tablo 1’de yer alan ve hastanın tanı ve tedavisine yönelik olan yataklı servisler için PubMed’den elde edilen veriler dahilinde yapılan sınıflandırmada teşhise yönelik bir uygulama, tedaviye yönelik ise altı uygulama elde edilmiştir. Yataklı servisler için geliştirilen bu uygulamalar gelişmiş bir sağlık ve bakım politikası geliştirerek geleneksel bir tıbbi modelden ziyade, birlikte yönetilen ve entegre bir yaklaşım benimsemeye yönelik çalışmaları içermektedir. Genel olarak ise dijital sağlık ve bakım girişimlerinin sağlık hizmeti sunumunu optimize etmesinde Sanayi 4.0 teknoloji bileşenlerinin kullanılmasını sağlamaya yönelik çalışmalara odaklanılmıştır.

Örneğin, Chute ve French (2019), çalışmalarında ortak tasarlanan bir bakım aracılığıyla, Sanayi 4.0 teknolojileriyle bakım için daha hasta merkezli bir uygulama geliştirmeyi amaçlarken insanların dijital sağlık ve bakım hizmetlerinin şeklini değiştirebilecek, güvenilir, entegre edilebilen kuruluş, insan ve teknoloji ağlarına odaklanan yeni bir paradigma olan 'Bakım 4.0'ı tanıtmayı amaçlamıştır. Bu teknolojik ağlar ve araçlar, insanların kendi bakım çevreleri ve toplulukları bağlamında kendi varlıklarını yönetmelerine ve kullanmalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bakım ihtiyaçlarına ve isteklerine daha duyarlı kişiselleştirilmiş hizmetler sunarak, elde edilen sonuçlarla anlamlı katılım ve etkileşimleri destekleyen daha esnek ve sürdürülebilir bir dizi entegre sağlık ve sosyal bakım hizmetleri yaratan önleyici yaklaşımlar geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu nedenle bu çalışma süresince çalışmada her uygulama örneğine, önemli Sanayi 4.0 yeteneklerini ve söz konusu örnek için bir tür hizmet modelini nasıl etkileyebileceklerini vurgulayan, bir özet tablo (astım bakımına uygulanan Sanayi 4.0 araç seti ve güven modeli karşılaştırması) eşlik etmiştir (Chute ve French, 2019).

İkinci olarak ise Tablo 2’de PubMed’den elde edilen veriler dahilinde sınıflandırılan ve Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik olan Poliklinik birimleri için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 2. Polikliniklere Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

		Tanıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik Birimler	Poliklinik (Ayaktan Hasta Hizmetleri)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coronary Artery Disease Diagnosis: Ranking the Significant Features Using Random Trees Model (Joloudari vd., 2020). 2. User Profiling in Elderly Healthcare Services in China: Scalper Detection (Xie vd., 2018). 3. Robust Activity Recognition for Aging Society (Chen vd., 2018). 4. Effect of order of presentation of a generic and a specific health-related quality of life instrument in knee and hip osteoarthritis: a randomized study (Rat vd., 2008). 5. Psychosocial Vocational Rehabilitation in a World of Work 4.0-Between Demands and Needs 6. System Interdependency Modeling in the Design of Prognostic and Health Management Systems in Smart Manufacturing (Malinowski vd., 2015). 7. Measurement Science for Prognostics and Health Management for Smart Manufacturing Systems: Key Findings from a Roadmapping Workshop(Weiss vd., 2015) 8. Patient-Reported Outcomes In Moderate To Severe Hemophilia Patients: Finding From A Cross-Sectionalstudy In Korea (Lee ve Cha, 2014). 9. Validation of Online Versions of Tinnitus Questionnaires Translated into Swedish (Müller vd., 2016). 10. A review of diagnostic and prognostic capabilities and best practices for manufacturing (Vogl vd., 2019). 11. Combination of Medical and Health Care Based on Digital Smartphone-Powered Photochemical Dongle for Renal Function Management (Fu vd., 2019). 12. Adaptive Multi-scale Prognostics and Health Management for Smart Manufacturing Systems (Choo vd., 2016). 13. Adaptive Multi-scale PHM for Robotic Assembly Processes (Choo vd., 2015). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Robust Activity Recognition for Aging Society (Chen vd., 2018). 2. Industry 4.0 and its applications in orthopaedics (Haleem vd., 2019). 3. Deep Learning for Industrial Computer Vision Quality Control in the Printing Industry 4.0 (Villalba-Diez, Schmidt, vd., 2019). 4. Industry 5.0 and its applications in orthopaedics (Haleem ve Javaid, 2019). 5. Occupational consequences after isolated reconstruction of the insufficient posterior cruciate ligament (Ihle vd., 2014). 6. Computer-assisted client assessment survey for mental health: patient and health provider perspectives (Ferrari vd., 2016). 7. Early weaning in idiopathic scoliosis (Steen vd., 2015). 8. Is the Disease-Specific Lupusqol Sensitive To Changes of Disease Activity In Systemic Lupus Erythematosus Patients After Treatment of A Flare? (McElhone vd., 2014). 9. Decentralized manufacturing of cell and gene therapies: Overcoming challenges and identifying opportunities (Harrison vd., 2017). 10. Relationship between chronic complications, hypertension, and health-related quality of life in Portuguese patients with type 2 diabetes (Sepúlveda vd., 2015). 11. Low back pain and patient-reported QOL outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis without corrective surgery (Makino vd., 2015). 12. Parental acceptance of inactivated polio vaccine in Southeast Nigeria:A qualitative cross-sectional interventional study (Tagbo vd., 2014). 13. Quality of Life (Qol) With Psoriasis: Ethnography Study Evaluating the Impact of Psoriasis On Moderate To Severe Patients In Europe (Eu), From A Patient's Perspective (Narayanan ve Franceschetti, 2014). 14. Single Muscle Fibre Biomechanics and Biomechatronics - The Challenges, the Pitfalls and the Future (Friedrich vd., 2019). 15. Current trends of digital solutions for diabetes management (Neborachko vd., 2019).

Tablo 2’de yer alan ve hastanın tedavisine yönelik olan Poliklinik Hizmetleri birimleri için PubMed’den elde edilen veriler dahilinde yapılan sınıflandırmada teşhise yönelik 13 uygulama, tedaviye yönelik ise 15 uygulama elde edilmiştir. Araştırmadan incelenen konular dahilinde en fazla uygulamanın poliklinik hizmetlerine yönelik olarak yapıldığı görülmektedir. Genel olarak yapılan uygulamaların ise gün geçtikçe artan küresel yaşlanma, kronik hastalıklar, sağlık hizmetleri sunucularının yetersizliği ile birlikte sağlık harcamalarında yaşanan artışları azaltacak teknolojik gelişmeler ve Sanayi 4.0 süreciyle birlikte gelişme gösteren teknoloji bileşenlerinin sağlık alanında aktif olarak kullanılmasını sağlamaya odaklandığını söylemek mümkündür.

Örneğin, Haleem ve diğerleri (2019) makalelerinde gelişen Sanayi 4.0 teknolojilerinin ortopedi alanına yansımaları, ilerlemeleri ve uygulamaları hakkında bilgi vermeyi amaçlamıştır. Sanayi 4.0’da kullanılan akıllı üretim makineleri ve süreçleri, farklı malzeme çeşitlerini kullanarak daha iyi, daha doğru ve kişiye özel implant ve protezlerin üretilmesine yardımcı olmuştur. Bu implantlar ve protezler, spesifik hasta problemine göre çeşitli uygun materyalleri kullanarak karmaşık cerrahi vakaların çözüme kavuşturulmasında kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda doktorlar ve hastalar arasındaki iletişimi geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Sanayi 4.0’ın geliştirdiği akıllı üretim teknolojileriyle, farklı hastalardan toplanan verilerle hastalık tespiti, kontrolü ve iyileştirilmesinde hastayı daha erken analiz edebilme olanağı sunacaktır. Yazarlara göre Sanayi 4.0’ın ortopedi alanına getireceği teknolojik yenilikler ve uygulamalarla birlikte tıp öğrencileri problemleri tespit etme ve ilişkilendirmede daha iyi eğitilebileceklerdir. Ayrıca ortopedi alanında akıllı üretim teknolojilerinin kullanılması, çeşitli temel gereksinimlerin etkin bir şekilde karşılanabilmesini, kişiye özel olarak yapılan ortopedik implantların daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle yapılabilmesini, ortopedik ameliyat gerçekleştirilmeden önce hastanın özelliğine göre alet ve cihazların üretilmesini, Sanayi 4.0’da kullanılan akıllı teknolojiler yardımıyla hastaya özgü prosedür ve tedavi bilgilerini elde etmek için çeşitli verilerin kapsamlı bir şekilde incelenmesini, ameliyat öncesi ve sonrası vücut parçalarının durumunu izlemeye yardımcı olan sensörlerin kullanılmasını, hastanın nem, sıcaklık, eklem, diz, protez ve kan basıncı hakkındaki bilgileri kolayca elde etmesini, medikal ve ortopedik implantlardaki sensörlerin çeşitli ağrı ve baskıları hissetmesini sağlayarak protez ve implantların daha iyi bir tasarımının oluşturulmasını, makine öğrenimi yardımıyla karmaşık ortopedik vakalarda problem çözme, karar verme ve eyleme geçmesini sağlamaktadır (Haleem vd., 2019).

Üçüncü olarak ise Tablo 3’te PubMed’den elde edilen veriler dahilinde sınıflandırılan ve Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik olan Acil Servis birimi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 3. Acil Servislere Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

		Tanıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik Birimler	Acil Servis	1. Utilizing Health Analytics in Improving the Performance of Healthcare Services: A Case Study on a Tertiary Care Hospital (Khalifa ve Zabani, 2016).	1. Linear Temporal Logic (LTL) Based Monitoring of Smart Manufacturing Systems (Heddy vd., 2015).

Tablo 3’te yer alan ve hastanın tedavisine yönelik olan Acil Servis birimi için PubMed’den elde edilen verilerle yapılan sınıflandırmada teşhise yönelik bir uygulama, tedaviye yönelik ise bir uygulama elde edilmiştir. Bu yüzden hastanın tedavisine yönelik birimlerde en az uygulamanın acil servise yönelik olarak yapıldığı görülmektedir.

Dördüncü olarak ise Tablo 4’te PubMed verileri dahilinde sınıflandırılan ve Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik olan Ameliyathane birimi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 4. Ameliyathanelere Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

		Tarıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Hastanın Tanı ve Tedavisine Yönelik Birimler	Ameliyathane	1. In-Mold Sensors for Injection Molding: On the Way to Industry 4.0 (Ageyeva vd., 2019).	1. Surgery 4.0: the natural culmination of the industrial revolution? (Feußner ve Park, 2017). 2. New Directions for Artificial Cells Using Prototyped Biosystems (Friddin vd., 2019) 3. 3D Printed Functional and Biological Materials on Moving Freeform Surfaces (Zhu vd., 2018a) 4. The Quality of Life of Patients Treated With Robotic Versus Traditional Surgery Results From An Italian Observational Multicenter Study (Turchetti vd., 2014)

Tablo 4’te yer alan ve hastanın tedavisine yönelik olan ameliyathane birimi için PubMed’den elde edilen veriler dahilinde yapılan sınıflandırmada teşhise yönelik bir uygulama, tedaviye yönelik ise dört uygulama elde edilmiştir. Ameliyathaneye yönelik yapılan uygulamalar da genel olarak gelecekte yaşanan dönüşümün veri ve bilgi tarafından yönlendirileceği bilindiği için sağlık profesyonelleri ile cihazlar ve teknolojiler arasında akıllı bir işbirliğinin sağlandığı bilgi çağına yönelme söz konusudur. Yapılan uygulamaların ise bu yönelmeye destekleyecek nitelikte olduğu görülmektedir.

Örneğin, Feußner ve Park (2017) makalelerinde ilk olarak cerrahi süreçlerin gelişimine yer vermiştir. Bilimsel cerrahinin gelişimi 150 yıl öncesine dayanmaktadır. Başlangıçta cerrahlar, karın ile başlayıp beyinle biten farklı anatomik bölgelerin belirli zorluklarını anlayarak bilinçli olarak tedavi etme sürecini öğrenmiş daha sonrasında ise gelişen teknolojik gelişmelerle birlikte cerrahi alanda yapay implantlar, tüm organların (kalp, karaciğer, böbrekler vb.) nakledilmesi ve laparoskopik cerrahinin başlamasıyla, cerrahi travmayı, fonksiyonel bozukluğu ve operatif müdahaleye bağlı ağrıyı en aza indirmesini sağlayan yenilikçi etki, cerrahide bilgi ve dijitalleşme sürecini başlatarak bu süreç “Cerrahi 4.0” olarak tanımlanmıştır. Bu makale okuyucularına Cerrahi 4.0 ile gelişen IoT, süreç modelleme, işbirlikçi öğrenme makineleri ve cerrahiye etkileyecek teknolojik bilgilerin üretilmesinde yeni yaklaşımların açıklanmasına dair yeni teknolojilerin ve yöntemlerin “nasıl gelişeceğini ve nedenlerini” sunarak cerrahi bakımın kalitesini, verimliliğini ve sonuçlarını iyileştirmeyi amaçlamıştır. Böylece Cerrahi 4.0’ın gelişimi bize günümüzde büyük miktarda ve karmaşık olarak bulunan yapılandırılmamış verileri rutin olarak kullanma fırsatı sunarak çözüm odaklı ve tedavi edici tekniklerde yaşanan gelişmelerdeki zor durumların üstesinden gelmemize yardımcı olmaktadır. Cerrahi 4.0 dijital teknolojiyle cerrahların, meslektaşları ve hastalarla iletişim kurma biçimini değiştirirken, ayrıca cerrahi eğitim ve öğretim üzerindeki önemli etkiler yaratmaktadır. Sonuç olarak, Cerrahi 4.0, robotların gelecekte kendi başlarına ameliyat yapmalarından ziyade yapay zeka, robotik, model tabanlı cerrahi ve Ameliyat 4.0 gibi birçok ek prensibi kullanarak, hastanın daha iyi bir sonuca ulaşmasına ve deneyim sağlamsına yardımcı olarak cerrahinin daha kanıta dayalı, daha güvenli ve daha kolay hale getirmesini sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır (Feußner ve Park, 2017).

Beşinci olarak ise Tablo 5’te PubMed’den elde edilen veriler dahilinde sınıflandırılan ve Tanı Koymaya ve Tedaviye Yönelik olan Radyoloji birimleri için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 5. Radyoloji Birimlerine Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

		Taniya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Tanı ve Tedaviye Yönelik Birimler	Radyoloji (Görüntüleme)	1. Health State Monitoring of Bladed Machinery with Crack Growth Detection in BFG Power Plant Using an Active Frequency Shift Spectral Correction Method (Sun vd., 2017). 2. Vision-Based Apple Classification for Smart Manufacturing (Ismail vd., 2018). 3. Characterization of Industry 4.0 Lean Management Problem-Solving Behavioral Patterns Using EEG Sensors Deep Learning (Villalba-Diez vd., 2019).	1. A Real-Time Health 4.0 Framework with Novel Feature Extraction and Classification for Brain-Controlled IoT-Enabled Environments (Jagadish vd., 2019). 2. In-Line monitoring and control of rheological properties through data-driven ultrasound soft-sensors (Tronci vd., 2019). 3. Magneto-Impedance Sensor Driven by 400 MHz Logarithmic Amplifier (Nakai, 2019).

Tablo 5’te yer alan ve tanı koymaya yönelik olan Radyoloji birimleri için PubMed’den elde edilen veriler dahilinde yapılan sınıflandırmada tanı koymaya yönelik üç uygulama, tedaviye yönelik ise üç uygulama elde edilmiştir. Geliştirilen bu uygulamalar genel olarak hastalıkları teşhis etmek için vücut içi görüntülerinin elde edilerek yorumlanmasını sağlayan ve bunu hastane ortamı dışında da yapan uygulamalar geliştirip, Sanayi 4.0 bileşenlerini kullanarak daha küçük, taşınabilir veya bağlanabilir özelliğe sahip teknolojilerin geliştirilmesine odaklanılmıştır.

Örneğin Jagadish ve diğerleri (2019)’nin hazırladıkları makale beyin kontrolü ile çalışan ve nesnelerin interneti özelliğine sahip ortamlar için yeni ve gerçek zamanlı olarak uygulanabilen Sağlık 4.0 mimarisini geliştirdikleri çalışmadır. Yazarlar çalışmalarında yaşlı ve engelli bireylerin bakımlarını sağlamada başkalarına olan bağımlılıklarını azaltarak iyileşebilmelerini ve kendi ihtiyaçlarını görebilmelerini sağlamayı amaçlayan bir uygulama geliştirmişlerdir. Geliştirilen uygulama nesnelerin interneti özelliğine sahip elektrikli cihazları kontrol etmek için kullanıcı tarafından gerçekleştirilen ve hastaların içinde buldukları ortamları etkin bir şekilde kontrol etmelerini sağlayan hareket kaslarına ait Motor Görüntü (Motor Imagery-MI) tabanlı ve Beyin Kontrollü Ortamları (Brain Controlled Environments-BCE) içeren bir Sağlık 4.0 uygulaması geliştirmektedir. Bu uygulamada kullanıcılardan dil hareketlerini, ayaklarını, sol ellerini veya sağ ellerini hareket ettirerek dört hareket kasına ait motor görevden birini gerçekleştirmesini hayal etmeleri istenir ve bu görevlerin her biri, nesnelerin interneti özelliğine sahip ortamdaki tek bir elektrikli cihazın kontrolüyle senkronize edilir. Kullanıcı tarafından istenilen motor görüntü görevi gerçekleştirildikten sonra sistem toplanan EEG sinyallerinden elde edilen özellikleri düşük donanıma sahip basit bir karmaşık sınıflandırıcı kullanarak sınıflandırır. Daha sonra tanımlanan görevlerle birlikte geliştirilen IoT kablosuz ağın kullanılmasıyla istenilen elektrikli cihazı kontrol etmelerini sağlayacak (açma veya kapama) gerçek zamanlı eylemin gerçekleştirilmesi sağlanmış olur. Böylece birey başka birine ihtiyaç duymadan nesnelerin interneti teknolojisi ve beyin gücünü kullanarak istediği eylemi gerçekleştirme olanağını elde etmiş olur (Jagadish vd., 2019).

Altıncı olarak ise Tablo 6’da PubMed’den elde edilen veriler dahilinde sınıflandırılan ve Tanı Koymaya ve Tedaviye Yönelik olan Laboratuvar birimleri için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 6. Laboratuvarlara Yönelik Yapılan Hastane Sınıflandırması

		Tanıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar
Tanı ve Tedaviye Yönelik Birimler	Laboratuvar (Biyokimya, Mikrobiyoloji)	1. Monitoring Chemical Processes Using Judicious Fusion of Multi-Rate Sensor Data (Wang ve Chiang, 2019). 2. The Effect of Light Intensity, Sensor Height, and Spectral Pre-Processing Methods when using NIR Spectroscopy to Identify Different Allergen-Containing Powdered Foods (Rady vd., 2020). 3. Research Process on Hyperspectral Imaging Detection Technology for the Quality and Safety of Grain and Oils (Yu vd., 2016). 4. From industry 4.0 to lab 4.0 (Lake, 2019).	1. Chinese Medicine Industry 4.0: Advancing Digital Pharmaceutical Manufacture Toward Intelligent Pharmaceutical Manufacture 2. System of Sensors and Actuators for the Production of Water Used in the Manufacture of Medicines (da Silva vd., 2019). 3. Cyber-physical-based PAT (CPbPAT) framework for Pharma 4.0 (Barenji vd., 2019) 4. Photochemistry with Cyanines in the Near Infrared: A Step to Chemistry 4.0 Technologies (Strehmel vd., 2019)

Tablo 6’da yer alan ve tanı koymaya yönelik olan laboratuvar biriminde PubMed’den elde edilen veriler dahilinde yapılan sınıflandırmada teşhise yönelik dört uygulama, tedaviye yönelik ise dört uygulama elde edilmiştir. Laboratuvarlara yönelik olarak geliştirilen uygulamaların ise genel olarak erken tanı ve tedaviyi sağlamaya yönelik olduğunu ve bireyin sağlık durumunu her yerden ve kolay bir şekilde kontrol edilmesini sağlayarak doğru sonuçların elde eden uygulamaların geliştirilmesine odaklandığını söylemek mümkündür.

Yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen verilerin tamamının sonuçlarının bulunduğu genel tablo ise aşağıda yer almaktadır.

Tablo 7. Yapılan Çalışmalara Göre Hastane Birimlerinin Sınıflandırması.

YAPILAN ÇALIŞMALARA GÖRE HASTANE BİRİMLERİNİN SINIFLANDIRMASI				
		Tanıya Yönelik Yapılan Çalışmalar	Tedaviye Yönelik Yapılan Çalışmalar	Toplam
Hastanın Tedavisine Yönelik Birimler	Servis Hizmetleri (Yataklı Servis)	1	6	7
	Ameliyathane	1	4	5
	Acil Servis	1	1	2
	Poliklinik (Ayaktan Hasta Hizmetleri)	13	15	28
Tanı Koymaya Yönelik Birimler	Radyoloji (Görüntüleme)	3	3	6
	Laboratuvar (Biyokimya, Mikrobiyoloji)	4	4	8
Toplam		23	33	56

Son olarak Tablo 7’de ise “Hastanın Tedavisine Yönelik Yapılan Çalışmalar ve Tanı Koymaya Yönelik Yapılan Çalışmalar” olarak yapılan sınıflandırma sonucunda elde edilen verilerin sonuçları sayısal olarak genel bir tablo üzerinden gösterilmiştir. Bu tabloyu oluşturmadaki temel amaç ise, yapılan araştırma sonucunda elde edilen verilerin hastane birimleri bazında sayısal gösterimi ile genel

çerçevenin daha iyi bir şekilde anlaşılmasını sağlamak ve hangi alanlarda daha çok yoğunlaştığını ortaya koymaktır.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada hızlı nüfus artışı, çevresel belirsizlikler, küresel iklim değişikliği ve demografik değişim gibi birçok hususla ilgili gelişmeler beraberinde insanlığın sağlığa ilişkin hassasiyetini de artırmıştır. Tıpkı üretim sektöründe yaşanan dönüşüme benzer şekilde sağlık alanı da evrilmiş ve değişime ayak uydurmuştur. Genel olarak araştırmada elde edilen bulgular incelendiğinde sağlık alanında yaşanan teknolojik gelişmelerin en çok poliklinik hizmetlerine ve yataklı servis hizmetlerine yönelik olduğu, en az uygulamanın ise acil servislere yönelik geliştirilen uygulamalardan oluştuğu görülmektedir. Yapılan çalışmaların büyük bir kısmı ise tanı koymaya yönelik geliştirilen uygulamalardan oluşmaktadır. Uygulamalar genellikle hastanın hayatını kolaylaştırarak daha kaliteli bir yaşam sürmesini sağlamaya yönelik olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamaların çoğunlukla yaşanan nüfus ve kronik hastalıkların tedavisine yönelik yapılan çalışmalara odaklandığını söylemek mümkündür. Ayrıca uygulamaların verilen sağlık hizmetlerinin hastane dışında da devam etmesini sağlamaya ve hastanın tam zamanlı olarak kontrolünü sağlayarak kişiye uygun tedavi yöntemleri geliştirmeye yönelik olduğunu söylemek mümkündür. Bahsedilen yorumların ve elde edilen bulguların incelenen literatürdeki yayınlar tarafından sınırlandırılmış olduğu da göz ardı edilmemelidir. Zira bazı sektörlerde gelişmeler bilim tabanlı değil sektör temelli olabilmekte ve bu durum ise bilimsel yayın literatürüne yansımamaktadır.

Elde edilen bulgular ile erişilen sonuçlar “Hastanın Tedavisine Yönelik Birimler ve Tanı Koymaya Yönelik Birimler” olmak üzere sınıflandırılarak aktarılmıştır.

Yaşanan Teknolojik İlerlemelerin Hastanın Tedavisine Yönelik Birimlere Yansımaları

Elde edilen makalelerden edilen bilgiler sonucunda “Tedaviye Yönelik” çalışmaların geleneksel bir tıbbi model yerine yenilikçi bir sağlık bakım politikası geliştirerek entegre bir sağlık bakımı sunmaya odaklandığı görülmektedir. Bu yüzden yapılan çalışmaların gün geçtikçe artan küresel yaşlanma ve kronik hastalıklar sonucunda sağlık hizmetleri sunucularının yetersizliğini giderecek ve sağlık harcamalarında yaşanan artışları azaltacak dijital ilerlemelere ve Sanayi 4.0 süreciyle birlikte gelişme gösteren teknoloji bileşenlerinin sağlık alanında aktif olarak kullanılmasını sağlamaya odaklandığını söylemek mümkündür. Çünkü gelecekte yaşanan dönüşümün veri ve bilgi etrafında şekilleneceği bilindiği için sağlık uzmanlarıyla teknolojiler ve cihazlar arasında akıllı bir işbirliğinin sağlandığı bilgi çağına hızlıca adapte olmaya yönelik uygulamaların geliştirilmesi adeta bir zorunluluk halini almıştır.

Bu teknolojik gelişmeler genel olarak var olan sisteme yeni bir çözüm geliştirerek hastayı sistemin merkezine koyup gereksiz operasyonları engellemek ve toplumda başta hasta olmak üzere bütün ortakların maliyetini azaltarak herkese ulaşılabilir olabilmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Geliştirilen akıllı sağlık çözümleri ile hastaların tanı ve tedavi hizmetleri desteklenmiş ve hastaların yaşam şartlarının iyileştirilmesine katkıda bulunularak sağlık hizmetlerine erişimi kısıtlı olan bireylerin verilen hizmetlere erişim olanakları artırılmaya çalışılmıştır. Bu yüzden hastaların, sağlık durumları ya da tedavileri ile ilgili bilgilere kolay erişimini sağlayan uygulamalar geliştirilmiştir. Sağlık alanı için geliştirilmeye çalışan bu yeni uygulamalar ile hastalara daha doğru teşhis koymak için gerekli kanıtlara ulaşılabilirken en iyi tedaviyi seçerek hastaların sağlıkları için daha iyi kararlar alabilme olanağı da elde edilmiştir. Öyle ki yaşanan teknolojik gelişmelerin sağlık alanında daha çok bireyin hasta olmadan önceki sürecine odaklandığı ve kişinin yaşam tarzını düzene koyarak, ortaya çıkan hastalığın nedenini ortadan kaldırıp oluşmasını ise engellemeye yönelik proaktif bir yaklaşım benimsediğini söylemek olasıdır.

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede, yaşanan nüfusla birlikte hastalık oranı artmış ve yeterli sağlık hizmeti sağlayıcılarının bulunamaması nedeniyle büyük zorluklar ortaya çıkmıştır. Bu sebeple çalışmaların özellikle yaşlanmadan, kronik hastalıklardan, salgından veya kazalardan kaynaklanan

fiziksel bozuklukların kişinin hareketliliğini engellediği durumlarda, yaşlı bakımı, salgın hastalıklar veya uzaktan hasta izleme uygulamalarının geliştirilmesi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Özetle hastanın tedavisine yönelik olarak yapılan uygulamaların ve çalışmaların daha çok geleneksel olarak yetersiz hizmetin verildiği, az sayıda personeli olan uzak veya kırsal alanlardaki sağlık kuruluşlarında yaşayan kişilerin sağlık hizmetlerine erişim hakkının sağlanmasına yönelik olarak yapıldığını söylemek mümkündür. Çünkü sağlık teknolojilerinin geliştirilmesinde coğrafi engellerin üstesinden gelmek, klinik destek sağlamak, çeşitli bilgi ve iletişim teknolojilerinin yer ve zaman sıkıntısı olmadan kullanımını sağlamak ve sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunmanın temel amaç olarak benimsendiği görülmektedir. Aynı zamanda, yeni teknolojilerin sağlık izleme ve sağlık verilerinin yönetimini daha kişisel hale getirdiğini söylemek de mümkündür.

Yaşanan Teknolojik İlerlemelerin Tanı Koymaya Yönelik Birimlere Yansımaları

Elde edilen makalelerden edinilen bilgiler sonucunda “Tanı Koymaya Yönelik” çalışmaların hastalıkları teşhis etmek için vücut içi görüntülerinin elde edilerek yorumlanmasını sağlayan ve bunu hastane ortamı dışında da yapan uygulamalar geliştirip, Sanayi 4.0 bileşenlerini kullanarak daha küçük, taşınabilir veya bağlanabilir özelliğe sahip teknolojiler geliştirmeye yönelik çalışmalar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca erken tanı ve tedaviyi sağlamaya yönelik uygulamalara ve bireyin sağlık durumunu her yerden ve kolay bir şekilde kontrol edilmesi yoluyla doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayan çalışmalara odaklanıldığı da söylenebilir.

Tanı koymaya yönelik olarak geliştirilen teknolojik yenilikler, kişisel sağlık izleme cihazlarının geliştirilmesine fırsat sağlamış, sağlık ve aktivite takibi için kişisel sağlık izleme platformları geliştirerek esas olarak son kullanıcının ihtiyaçlarını karşılayan, hastaların ise bakımını iyileştirmeyi amaçlayan sağlık teknolojilerine odaklanmıştır. Bu bağlamda, giyilebilir izleme cihazları uygun bakımın sağlanması için geliştirilen ve kişilerin sürekli gözetim altında tutularak, gerektiğinde hastaların uyarıldığı ve hekimin bilgilendirildiği teknolojiler yardımıyla sağlık hizmetlerinden aktif olarak yararlanması amaçlanmıştır.

Geliştirilen bu teknolojiler hastalıkları önlemeye, teşhise, tedaviye ve tedavi sonrası hizmetlere sağladığı katkılardan dolayı sağlık kurumlarında daha kaliteli ve zaman yönetiminin sağlandığı sağlık hizmetlerinin verilmesini sağlayarak hastane maliyetlerini en az seviyede tutmayı, hastaya yapılan öz bakımı ise arttırmayı hedeflemiştir. Bu yüzden tanı koymaya yönelik olarak yapılan çalışmaların çoğunlukla kişinin sağlıklı yaşamını devam ettirebilmesi için hastanın bulunduğu ortamda çalışan teknolojilerin hastane dışında da çalışmasını sağlamaya odaklandığını söylemek mümkündür.

Ayrıca hastanın tedavisine ve tanı koymaya yönelik uygulamalar bulaşıcı hastalıklarla baş etme noktasında hastaların evde kalmasını ve sanal ağlar aracılığıyla doktorlarla etkileşime girmesini sağlayan, salgının büyük popülasyonlara ve tıbbi personele bulaşmasını en aza indirmeye yardımcı olacak uygulamalar geliştirilmesini sağlama noktasında da ilerlemeler katetmiştir. Öyle ki günümüzde yaşanan COVID-19 küresel salgını bu süreçte geliştirilen teknolojilerin hızlanmasını sağlamanın yanı sıra sağlığın uzaktan yönetilmesinin öneminin kavranmasına da katkıda bulunmuş, bireylerin uzaktan tanısının konularak tedavisinin yapılabileceği veya kontrolünün sağlanacağı uygulamaların geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalara yoğunluk verilmesini sağlamıştır.

Bu yüzden PubMed veri tabanından elde edilen bulgular ile hastanın tedavisine ve tanı koymaya yönelik yapılan iki sınıflandırmanın da genel olarak sağlık alanında yaşanan teknolojik gelişmelerin sağlık sistemlerinin yönetilmesi ve sunulmasında insan kaynaklı hataların azaltılmasını sağlayan, hastaların yer ve zaman sorunu yaşamadan tedavi edilebilmesine olanak sunan, erken tanı ve tedavinin gelişmesine katkıda bulunan ve hastaların hastalanmadan önce sağlıklarını kontrol altına alacak ve yaşam boyu kontrollerini sağlayacak teknolojik gelişmeler üzerinde durduğunu göstermektedir. Son olarak ise gelecekte ortaya çıkacak tıbbi stratejilerin beklentiye dayalı olacağı ve erken tanının daha da ötesine geçerek önleyici tıp uygulamalarını öne çıkaracağını söylemek mümkündür. Çünkü gelecekteki

uygulamaların genellemeden uzaklaşacağı ve bireyin gerçek zamanlı gereksinimlerini göz önüne alarak hastalığın tanımlanmasını sağlayacağı öngörülmektedir.

Araştırmacılara Gelecek Odaklı Öneriler

Yaşanan teknolojik gelişmelerin ilk olarak üretim sektöründe uygulanıyor ve test ediliyor olmasından dolayı Sağlık 4.0 kavramı Sanayi 4.0 kavramına oranla daha yavaş bir şekilde gelişme göstermektedir. Bu sebeple araştırmacıların Sağlık 4.0 üzerinde yapacakları çalışmalarla alana katkıda bulunması, temelleri yeni atılan bu sürecin gelişmesine büyük faydalar sağlayacaktır. Ayrıca yaşanan teknolojik gelişmelerin sağlık alanında genel olarak Cerrahi 4.0, giyilebilir teknoloji, hassas tıp, hastanın hastalığı ortaya çıkmadan önce erken tanı ve tedavisini sağlama gibi alanlarda yoğunlaşmaya başladığı görülmektedir. Bu nedenle Sağlık 4.0 alanında araştırma yapılırken özellikle öne çıkan bu konulara odaklanılmasının sağlık alanında araştırma yapmak isteyen araştırmacıların çalışmalarına ve bilimsel literatüre büyük katkı sağlayacağını söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Acemoğlu, D., & Robinson, J. A. (2014). *Ulusların Düşüşü : Güç, Zenginlik ve Yoksulluğun Kökenleri*. Doğan Kitap, İstanbul.
- Afferri, P., Merone, M., & Soda, P. (2018). Hospital 4.0 and its innovation in methodologies and technologies. *Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, <https://doi.org/10.1109/CBMS.2018.00065>.
- Ageyeva, T., Horváth, S., & Kovács, J. G. (2019). In-mold sensors for injection molding: On the way to industry 4.0. *Sensors*, *19*(16), 3551.
- Barenji, R. V., Akdag, Y., Yet, B., & Oner, L. (2019). Cyber-physical-based PAT (CPbPAT) framework for pharma 4.0. *International Journal of Pharmaceutics*, *567*, 118445.
- Bause, M., Khayamian-Esfahani, B., Forbes, H., & Schaefer, D. (2019). Design for health 4.0: Exploration of a new area. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED, August*, 887–896, Netherlands. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.93>.
- Bayın, G., Yeşilaydın, G., & Özkan, O. (2016). Bulut bilişimin sağlık hizmetlerinde kullanımı. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *48*, 233–253.
- Bulut, Melih M., & İnce, Ö., (2020). Sağlık Diplomasisi. Dilaver Tengilimoğlu (Editör) *Sağlık Politikası*, (Genişletilmiş ve Güncellenmiş 2. Basım, ss.487-503) Nobel Yayınevi, Ankara.
- Burns, H. (2007). Germ theory: Invisible killers revealed. *BMJ*, *334*(1), 11.
- Chen, C., Loh, E. W., Kuo, K. N., & Tam, K. W. (2020). The times they are a-changin' – healthcare 4.0 is coming! *Journal of Medical Systems*, *44*(2), 1-4.
- Chen, Y., Yu, L., Ota, K., & Dong, M. (2018). Robust activity recognition for aging society. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, *22*(6), 1754–1764.
- Choo, B., Beling, P., LaViers, A., Marvel, J., & Weiss, B. (2015). Adaptive multi-scale PHM for robotic assembly processes. *Proceedings of the Annual Conference Prognostics and Health Management Society*, *6*(37).
- Choo, B. Y., Adams, S. C., Weiss, B. A., Marvel, J. A., & Beling, P. A. (2016). Adaptive multi-scale prognostics and health management for smart manufacturing systems. *International Journal of*

Prognostics and Health Management, 7, 14.

Chute, C., & French, T. (2019). Introducing care 4.0: An integrated care paradigm built on industry 4.0 capabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12), 2247.

da Silva, F. R. M., Fonsêca, D. A. de M., da Silva, W. L. A., Villarreal, E. R. L., Espinoza, G. A. E., & Salazar, A. O. (2019). System of sensors and actuators for the production of water used in the manufacture of medicines. *Sensors*, 19(20), 4488.

Davidson, J. (1983). The survival of traditional medicine in a peruvian barriada. *Social Science and Medicine*, 17(17), 1271–1280.

DeSalvo, K. B., Claire Wang, Y., Harris, A., Auerbach, J., Koo, D., & O'Carroll, P. (2017). Public health 3.0: a call to action for public health to meet the challenges of the 21st century. *Preventing Chronic Disease*, 14(9), 170017.

DeSalvo, K. B., O'Carroll, P. W., Koo, D., Auerbach, J. M., & Monroe, J. A. (2016). Public health 3.0: time for an upgrade. *American Journal of Public Health*, 106(4), 621–622.

Du, Y. C., Lin, D. T. W., Jen, C. P., Ng, C. W., Chang, C. Y., & Wen, Y. X. (2019). Development of a wireless mesh sensing system with high-sensitivity linbo3 vibration sensors for robotic arm monitoring. *Sensors*, 19(3), 507.

EBSO. (2015). *Sanayi 4.0*. Ege Bölgesi Sanayiciler Odası Yayınları, İzmir.

Ferrari, M., Ahmad, F., Shakya, Y., Ledwos, C., & McKenzie, K. (2016). Computer-assisted client assessment survey for mental health: patient and health provider perspectives. *BMC Health Services Research*, 16(1), 1-15.

Feußner, H., & Park, A. (2017). Surgery 4.0: The natural culmination of the industrial revolution? *Innovative Surgical Sciences*, 2(3), 105–108.

Friddin, M. S., Elani, Y., Trantidou, T., & Ces, O. (2019). New directions for artificial cells using prototyped biosystems. *Analytical Chemistry*, 91(8), 4921–4928.

Friedrich, O., Haug, M., Reischl, B., Prölb, G., Kiriaev, L., Head, S. I., & Reid, M. B. (2019). Single muscle fibre biomechanics and biomechatronics – The challenges, the pitfalls and the future. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 114, 105563.

Fu, Y., Tan, H., Wu, X., Wu, X., Yang, Y., Gao, Y., ... & Wang, L. (2019). Combination of medical and health care based on digital smartphone-powered photochemical dongle for renal function management. *Electrophoresis*, 42(9-10), 1043-1049.

Gerbert, P., Castagnino, S., Rothballer, C., Renz, A., & Filitz, R. (2016). *Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling*. 10/12/2020. <http://futureofconstruction.org/content/uploads/2016/09/BCG-Digital-in-Engineering-and-Construction-Mar-2016.pdf>

Göktürk, M. (2018). Sağlıkta 4.0 Bizi Nereye Götürüyor? *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*. 11/12/2020. <http://www.sdplatform.com/Dergi/1087/Saglikta-40-bizi-nereye-goturuyor.aspx>

Görçün, Ö. F. (2016). *Endüstri 4.0 - Dördüncü endüstri devrimi*. Beta Yayıncılık, İstanbul.

Haleem, A., & Javaid, M. (2019). Industry 5.0 and its applications in orthopaedics. *Journal of Clinical*

Orthopaedics and Trauma, 10(4), 807–808.

Halme, A. S., Fritel, X., Benedetti, A., Eng, K., & Tannenbaum, C. (2015). Implications of the minimal clinically important difference for health-related quality-of-life outcomes: A comparison of sample size requirements for an incontinence treatment trial. *Value in Health*, 18(2), 292–298.

Harrison, R. P., Ruck, S., Medcalf, N., & Rafiq, Q. A. (2017). Decentralized manufacturing of cell and gene therapies: Overcoming challenges and identifying opportunities. *Cytotherapy*, 19(10), 1140–1151.

Hasebrook, J. P., Hinkelmann, J., Volkert, T., Rodde, S., & Hahnenkamp, K. (2016). Securing the continuity of medical competence in times of demographic change: A proposal. *JMIR Research Protocols*, 5(4), 240.

Heddy, G., Huzaifa, U., Beling, P., Himes, Y., Marvel, J., Weiss, B., & LaViers, A. (2015). Linear temporal logic (LTL) based monitoring of smart manufacturing systems - PubMed. *Proceedings of the Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28730154/>

Huang, Y., Schuehle, J., Porter, A. L., & Youtie, J. (2015). A systematic method to create search strategies for emerging technologies based on the web of science: Illustrated for ‘big data.’ *Scientometrics*, 105(3), 2005–2022.

Ihle, C., Ateschrang, A., Albrecht, D., Mueller, J., Stöckle, U., & Schröter, S. (2014). Occupational consequences after isolated reconstruction of the insufficient posterior cruciate ligament. *BMC Research Notes*, 7(1), 1-9.

Ismail, A., Idris, M. Y. I., Ayub, M. N., & Por, L. Y. (2018). Vision-based apple classification for smart manufacturing. *Sensors*, 18(12), 4353.

Jadad, A. R., & Enkin, M. W. (2007). Computers: Transcending our limits? *BMJ*, 334, 8.

Jagadish, B., Mishra, P. K., Kiran, M. P. R. S., & Rajalakshmi, P. (2019). A real-time health 4.0 framework with novel feature extraction and classification for brain-controlled iot-enabled environments. *Neural Computation*, 31(10), 1915–1944.

Joloudari, J. H., Joloudari, E. H., Saadatfar, H., Ghasemigol, M., Razavi, S. M., Mosavi, A., Nabipour, N., Shamshirband, S., & Nadai, L. (2020). Coronary artery disease diagnosis; ranking the significant features using a random trees model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 731.

Karaçam, Z. (2013). Sistematik derleme metodolojisi sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, 6(1), 26–33.

Khairwal, R., Singh, T., Tripathy, J. P., Mor, S., Munjal, S., Patro, B., & Panda, N. (2016). Assessment of noise pollution in and around a sensitive zone in north India and its non-auditory impacts. *Science of the Total Environment*, 566(567), 981–987.

Khalifa, M., & Zabani, I. (2016). Utilizing health analytics in improving the performance of healthcare services: A case study on a tertiary care hospital. *Journal of Infection and Public Health*, 9(6), 757–765.

Kızılcılık, S. (1995). Postmodernizm ve alternatif tıp. *Birikim Dergisi*, 80, 38–47.

- Lake, F. (2019). From industry 4.0 to lab 4.0. *BioTechniques*, 66(6), 247.
- Lee, K. S., & Cha, J. H. (2014). Patient-reported outcomes in moderate to severe hemophilia patients: Finding from a cross-sectional study in Korea. *Value in Health*, 17(7), 537–538.
- Lu, Z. (2011). PubMed and beyond: A survey of web tools for searching biomedical literature. *Database (Oxford)*, <https://doi.org/10.1093/database/baq036>.
- Mackenbach, J. P. (2007). Sanitation: pragmatism works. *BMJ*, 334(1), 7–17.
- Makino, T., Kaito, T., Kashii, M., Iwasaki, M., & Yoshikawa, H. (2015). Low back pain and patient-reported qol outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis without corrective surgery. *SpringerPlus*, 4(1), 1-6.
- Malinowski, M., Beling, P., Haimes, Y., LaViers, A., Marvel, J., & Weiss, B. (2015). System interdependency modeling in the design of prognostic and health management systems in smart manufacturing. PubMed. *Proceedings of the Annual Conference of the Prognostics Health Management Society*, 6(38).
- McElhone, K., Burnell, J., Sutton, C., Abbott, J., Lanyon, P., Rahman, A., Yee, C. S., Akil, M., Ahmad, Y., Bruce, I. N., Gordon, C., & Teh, L. S. (2014). Is the disease-specific lupusqol sensitive to changes of disease activity in systemic lupus erythematosus patients after treatment of a flare? *Value in Health*, 17(7), 538.
- Mokyr, J. (2011). *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195074772.001.0001>.
- Müller, K., Edvall, N. K., Idrizbegovic, E., Huhn, R., Cima, R., Persson, V., ... & Cederroth, C. R. (2016). Validation of online versions of tinnitus questionnaires translated into Swedish. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 272.
- Nakai, T. (2019). Magneto-impedance sensor driven by 400 mhz logarithmic amplifier. *Micromachines*, 10(6), 355.
- Narayanan, S., & Franceschetti, A. (2014). Quality of life (qol) with psoriasis: Ethnography study evaluating the impact of psoriasis on moderate to severe patients in Europe (EU), from a patient's perspective. *Value in Health*, 17(7), 538.
- Neborachko, M., Pkhakadze, A., & Vlasenko, I. (2019). Current trends of digital solutions for diabetes management. *Diabetes Metabolic Syndrome*, 13(5), 2997–3003.
- Péntek, M., Baji, P., Pogány, G., Brodszky, V., Boncz, I., & Gulácsi, L. (2014). Health related quality of life of patients and their caregivers in rare diseases results of the burqol-rd project in Hungary. *Value in Health*, 17(7), 538.
- Rady, A., Fischer, J., Reeves, S., Logan, B., & Watson, N. J. (2020). The Effect of light intensity, sensor height, and spectral pre-processing methods when using nir spectroscopy to identify different allergen-containing powdered foods. *Sensors*, 20(1), 230.
- Rat, A. C., Baumann, C., Klein, S., Loeuille, D., & Guillemin, F. (2008). Effect of order of presentation of a generic and a specific health-related quality of life instrument in knee and hip osteoarthritis: A randomized study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 16(4), 429–435.
- Richter, L. J., Delongchamp, D. M., & Amassian, A. (2017). Morphology development in solution-

- processed functional organic blend films: An in situ viewpoint. *Chemical Reviews*, 117(9), 6332–6366.
- Sargutan, E. (2005). Sağlık teknolojisi yönetimi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 8(1), 113–144.
- Schiavoni, R., Monti, G., Piuze, E., Tarricone, L., Tedesco, A., De Benedetto, E., & Cataldo, A. (2020). Feasibility of a wearable reflectometric system for sensing skin hydration. *Sensors*, 20(10), 2833.
- Sepúlveda, E., Poínhos, R., Constante, M., Pais-Ribeiro, J., Freitas, P., & Carvalho, D. (2015). Relationship between chronic complications, hypertension, and health-related quality of life in Portuguese patients with type 2 diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 8, 535–542.
- Smith, A. (2007). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. <http://metalibri.incubadora.fapesp.br>
- Steen, H., Lange, J. E., & Brox, J. I. (2015). Early weaning in idiopathic scoliosis. *Scoliosis*, 10(1), 1-7.
- Strehmel, B., Schmitz, C., Cremanns, K., & Göttert, J. (2019). Photochemistry with cyanines in the near infrared: A step to chemistry 4.0 technologies. *Chemistry - A European Journal*, 25(56), 12855–12864.
- Sun, W., Yao, B., He, Y., Chen, B., Zeng, N., & He, W. (2017). Health state monitoring of bladed machinery with crack growth detection in bfg power plant using an active frequency shift spectral correction method. *Materials*, 10(8), 925.
- Tagbo, B., Ughasoro, M., & Esangbedo, D. (2014). Parental acceptance of inactivated polio vaccine in southeast Nigeria: A qualitative cross-sectional interventional study. *Vaccine*, 32(46), 6157-6162.
- ThinkTech. (2019). *İleri Sağlık Teknolojileri III Sağlıkta Dijitalleşmenin Önündeki Yol Haritası*. https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/2911201914305517_stm_ileri_saglik_teknolojileri_3.pdf
- Thuemmler, C. (2017). The case for health 4.0. In C Thuemmler, & C Bai, (Eds.), *Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare* (pp. 1–22). Springer, Germany.
- Thuemmler, C., & Bai, C. (2017). *Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare*. Springer, Berlin.
- Tronci, S., Neer, P. V., Giling, E., Stelwagen, U., Piras, D., Mei, R., Corominas, F., & Grosso, M. (2019). In-line monitoring and control of rheological properties through data-driven ultrasound soft-sensors. *Sensors*, 19(22), 5009.
- Turchetti, G., Pierotti, F., Palla, I., Manetti, S., & Cuschieri, A. (2014). The quality of life of patients treated with robotic versus traditional surgery results from an Italian observational multicenter study. *Value in Health*, 17(7), 538–539.
- Villalba-Diez, J., Schmidt, D., Gevers, R., Ordieres-Meré, J., Buchwitz, M., & Wellbrock, W. (2019). Deep learning for industrial computer vision quality control in the printing industry 4.0. *Sensors*, 19(18), 3987.
- Villalba-Diez, J., Zheng, X., Schmidt, D., & Molina, M. (2019). Characterization of industry 4.0 lean management problem-solving behavioral patterns using eeg sensors and deep learning. *Sensors*, 19(13), 2841.

- Vogel, L. (2017). Plan needed to capitalize on robots, AI in health care. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 189(8), 329–330.
- Vogl, G. W., Weiss, B. A., & Helu, M. (2019). A review of diagnostic and prognostic capabilities and best practices for manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(1), 79–95.
- Wang, Z., & Chiang, L. (2019). Monitoring chemical processes using judicious fusion of multi-rate sensor data. *Sensors*, 19(10), 2240.
- Weiss, B., Vogl, G., Helu, M., Qiao, G., Pellegrino, J., Justiniano, M., & Raghunathan, A. (2015). Measurement science for prognostics and health management for smart manufacturing systems: Key findings from a roadmapping workshop. *Proceedings of the Annual Conference Prognostics and Health Management Society*, 6(48).
- Wiechert, T. J. P., & Michahelles, F. (2007). *Connecting the Mobile Phone with the Internet of Things-Benefits of EPC and NFC Compatibility*. 20/12/2020. https://www.alexandria.unisg.ch/34058/1/Wiechert_Michahelles%20-%20Connecting%20Mobile%20Phones%20with%20the%20Internet%20of%20Things%20-%20Final%20to%20be%20printed.pdf
- Xie, C., Cai, H., Yang, Y., Jiang, L., & Yang, P. (2018). User profiling in elderly healthcare services in China: Scalper detection. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22(6), 1796–1806.
- Yu, H. W., Wang, Q., Liu, L., Shi, A. M., Hu, H., & Liu, H. Z. (2016). Research process on hyperspectral imaging detection technology for the quality and safety of grain and oils. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis*, 36(11), 3643–3650.
- Zaffiri, L., Gardner, J., & Toledo-Pereyra, L. H. (2012). History of Antibiotics. From salvarsan to cephalosporins. *Journal of Investigative Surgery*, 25(2), 67–77.
- Zhu, Z., Guo, S. Z., Hirdler, T., Eide, C., Fan, X., Tolar, J., & McAlpine, M. C. (2018). 3D printed functional and biological materials on moving freeform surfaces. *Advanced Materials*, 30(23).