

## SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ VE METAVERSE: POTANSİYEL UYGULAMA ALANLARI VE MEVCUT ENGELLER

Sait SÖYLER<sup>ID</sup>, 0000-0002-7915-0073  
Gözde SULA AVERBEK<sup>ID</sup>, 0000-0003-3306-7896

Geliş Tarihi/Received  
05.07.2022

Kabul Tarihi/Accepted  
30.08.2022

Yayın Tarihi/Published  
31.08.2022

*Correspondence: Sait SÖYLER, saitsoyler@tarsus.edu.tr*

### ÖZET

Sağlık hizmetleri insan gücü kadar teknolojinin de yoğun olarak kullanıldığı bir alandır ve bu anlamda teknolojik gelişmelerden yüksek derecede etkilenmektedir. Geçmişten günümüze kadar geçen sürede sağlık teknolojilerinde önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bugün geline nokta ise metaverse adı verilen yeni bir sanal evrenin sağlayacağı olanakların sağlık hizmetleri alanına nasıl etki edeceği ile ilgili tartışmalar sürmektedir. Bu çerçevede, bu çalışmada metaverse teknolojilerinin gelecekte sağlık alanında ne gibi değişimler oluşturabileceğine dair tahminlerde bulunmak, metaverse teknolojisinin sağlık hizmetlerinde kullanımının önündeki engel ve zorlukları tartışmak amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle sağlık teknolojisi ve e-sağlık konularıyla ilgili bilgilere yer verilmiş, ardından metaverse ve ilişkili kavramlar açıklanmıştır. Ardından, metaverse teknolojilerinin sağlık alanındaki geleceğine ilişkin tahminlere yer verilmiştir. Son olarak metaverse teknolojilerinin sağlık alanında kullanılmasının önündeki engeller ve zorluklar açıklanmıştır. Sonuç olarak metaverse teknolojisinin; sağlık alanında köklü değişimler yaratma potansiyeli barındıran, ancak aynı zamanda günümüz teknolojik koşulları ve teknik olanaklar çerçevesinde, uygulanmasının önünde engeller olan bir teknoloji olduğu ifade edilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlık teknolojileri, E-sağlık, Tele-sağlık, Metaverse, Meta-sağlık

---

# HEALTH TECHNOLOGIES AND METAVERSE: POTENTIAL IMPLICATIONS AND CURRENT OBSTACLES

## Abstract

Technology is used as intensely as human power in healthcare services, and in this sense, it is highly affected by technological developments. There have been significant developments in health technologies from the past to the present. Today, there are discussions about how the possibilities of a new virtual universe called the metaverse will affect the field of health services. In this study, it is aimed to make predictions about what kind of changes metaverse technologies may create in the field of health in the future, and to discuss the obstacles and difficulties in the use of metaverse technology in health services. First, information about health technology and e-health issues are given, then the metaverse and related concepts are explained. Then, predictions about the future of metaverse technologies in the field of health are given. Finally, the obstacles and difficulties in the use of metaverse technologies in the field of health are explained. As a result, it can be stated that metaverse technology has the potential to create radical changes in the field of health, but at the same time, there are obstacles in its implementation within the framework of today's technological conditions and technical possibilities.

**Keywords:** Health technologies, E-health, Tele-health, Metaverse, Meta-health

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin her alanında son yıllarda çok hızlı bir değişim ve gelişim süreci yaşanmaktadır. Bu hızlı değişim ve gelişim süreci tüm sektörlerde etkisini göstermekte, her alanı farklı ölçülerde de olsa etkilemektedir. Birçok sektörde gelişen teknoloji hem müşteriye mal ve hizmet sunum yöntemlerini farklılaştırmakta ve çeşitlendirmekte, hem de iş yapma yöntemlerini dönüştürerek geliştirmektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler ve buna paralel olarak müşteri istek ve beklentilerinin farklılaşması işletmeleri sürekli olarak güncel teknolojilere sahip olma ve yeni teknolojilere hızlı adapte olabilmeye konusunda zorlamaktadır. Bu değişim ve gelişim süreçlerini hızlı benimseyen, bu gelişmelerde öncü durumda olan veya değişimin ortaya konulmasında rol alan işletmeler sektördeki pazar paylarını artırırken ve liderlik görevini üstlenirken; teknolojik gelişmelere adapte olamayan işletmelerin ise zaman içerisinde varlıkları son bulmaktadır. Bu anlamda hemen her sektörde doğada yaşanan doğal seleksiyona benzer bir “teknolojik seleksiyon” yaşandığı görülmektedir ve görülmeye devam edecektir. Bu nedenle işletmelerin uzun dönemde işletme değerlerini maksimize etme ve yaşamlarını idame ettirme çabaları değişen teknolojik koşullara adaptasyonlarını da gerekli kılmaktadır. Dahası, “McKinsey and Company” şirketinin yaptığı araştırmaya göre yapay zekâyı kullanmaya odaklı firmalarının yatırımlarının iki katı karlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Burada ortaya konan araştırmaya göre, yapay zekâ ve yaratıcılığın birleştirilmesi ile firmaların gelirlerin iki katı artacağı ifade edilmektedir (1).

---

Sağlık hizmetleri sektörü de teknolojik gelişmelerin yoğun olarak yaşandığı bir alan olarak varlığını sürdürmektedir. Bu anlamda geleceğin teknolojilerini kullanmak tüm sektörlerde olduğu gibi sağlık hizmetlerinde de büyük önem taşımaktadır. Her ne kadar hasta-hekim ilişkisi, hekimlerin otonomisi, yüz yüze iletişimin sağladığı olanaklar ve “sans klinik” olarak adlandırılan, hekimlerin karar verme sürecinde bilgi ve tecrübelerinden yola çıkarak çok da ön planda olmayan bir tanıyı hissetmesi gibi konularda geleneksel uygulamaların sürdürülmesi noktasında bir direnç oluşsa da sağlık sektöründe de teknolojik yeniliklerin devrimsel nitelikte sonuçlar doğurmakta olduğu açıktır.

Etkisi yavaş yavaş azalmaya başlayan, ancak iki yıldan fazla bir süre boyunca çok çeşitli alanlarda etkisini göstermiş olan COVID-19 pandemisiyle birlikte; bireylerin yaşam biçiminde, yaşamdan beklentilerinde, ekonomik durumlarında, başta mental sağlık olmak üzere fiziksel ve ruhsal sağlık durumlarında da önemli değişimler yaşanmıştır. Bu gibi değişimlerle beraber, pandemi sürecinde çeşitli sektörlerin faaliyetlerine devam edebilmesi için yüz yüze etkileşimin mümkün olduğunca düşük seviyede tutulması gerekliliği iş yapma usullerini değiştirmiş, bireylerin birçok mal ve hizmete erişimde yeni teknolojileri kullanma isteklerini artırmıştır. Bu anlamda pandemi sürecinin bir takım olumsuzluklarının yanı sıra yeni imkân ve olanakların geliştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını hızlandırdığı da yadsınamaz bir gerçektir.

Hem dünya genelinde gelişen yeni teknolojiler hem de pandemi sürecinin bu teknolojilerin adaptasyonuna etkisi sağlık hizmetleri sürecinin her aşamasına önemli katkılar sağlamaktadır. Ülkemizde de pandemi sürecinde yürürlüğe konulan “Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik” ile uzaktan sağlık hizmetlerinin sunulmasında yasal bir alt yapı oluşturulmasına ilişkin somut bir adım atıldığı görülmektedir (2).

Sağlık sektöründe yaşanan teknolojik gelişmelerin önemli bir kısmı e-sağlık çerçevesinde değerlendirilmektedir. Tele-tıp, mSağlık, dijital hastane, büyük veri ve robotik uygulamalar günümüzde e-sağlık kapsamında değerlendirilmektedir (3). Öte yandan günümüzde yeni yeni kullanılmaya başlanan bir kavram olan ve “meta” ile “universe” kelimelerinin birleşiminden oluşan “metaverse” teknolojisinin sağlık alanına neler getirebileceği ve teknolojiyi hangi noktaya taşıyabileceği de yakın gelecekte sıklıkla tartışılacaktır. Bu çerçevede bu çalışmanın amacı e-sağlık kapsamında yer alan uygulamaları açıklamak, bu teknolojilerin ve “metaverse” teknolojilerinin gelecekte sağlık alanında ne gibi değişimler oluşturabileceğine dair öngörülerde bulunmaktır. Bu amaçla öncelikle e-sağlık

---

teknolojileri kısaca açıklanmış, ardından “metaverse” kavramı açıklanarak sağlık sektörüne olası etkileri irdelenmiştir.

Bu araştırma sağlık teknolojileri ve e-sağlık konuları ile bu konuların gelişim sürecine ilişkin genel bir kavramsal çerçeve çizmesi, metaverse ve ilişkili kavramları açıklaması, sağlık uygulamaları ile metaverse teknolojilerinin sağlık alanında kullanımına ilişkin bir gelecek projeksiyonu sunması açısından özgün değere sahiptir ve bu anlamda ulusal literatüre katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

## 2. SAĞLIK TEKNOLOJİLERİ VE E-SAĞLIK

Sağlık hizmetleri uzun yıllar boyunca doğal ve ucuz tekniklerin kullanıldığı bir alan olmuştur. Bilim ve teknolojideki gelişmelerle beraber ise basit teknolojiler kullanılmaya başlanmış, daha sonra da teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle beraber gittikçe çeşitlenmiş ve karmaşıklaşmıştır. Önceleri doğaüstü sebeplerle açıklanmaya çalışılan ve semptomatik tedavilerin uygulandığı hastalıkların gerçek sebeplerinin ortaya konmasıyla beraber hastalıkların etyolojik olarak tanımlanması ve buna yönelik tedavilerin geliştirilmesi mümkün olmuştur. Tarihsel gelişim sürecinde 18. Yüzyılda kuduz mikrobunun bulunması, mikroskopun kullanılması; enjeksiyon, stetoskop ve röntgen ışınlarının keşfedilmesi önem arz eden gelişmelerdir. 20. Yüzyıla gelindiğinde çeşitli buluşların cerrahi uygulamaları geliştirdiği, ilaç üretiminin sanayileştiği, vitamin ve antibiyotiklerin keşfedildiği süreçler dahili tıp bilimi ve uygulamalarında gelişmeler yaşanmasının önünü açmıştır. Teşhis ve tedavi hizmetlerinin yanı sıra bu dönemde koruyucu sağlık hizmetleri de ön plana çıkmıştır. Bu dönemde yaşanan pek çok teknolojik buluşun yanı sıra Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Araştırmaları Merkezi (NASA) tarafından astronotların sağlıkları ile ilgili olarak başlatılan çalışmalar neticesinde teknoloji ile sağlık hizmetleri ayrılmaz bir bütün haline gelmiştir. Buna benzer teknolojik ilerlemeler ve sağlık alanında kullanılmaya başlanan birçok cihaz ve yöntemin icadı ile sağlık kurumlarının karmaşık teknik donatımlı yerler haline geldiği görülebilmektedir (4). NASA'nın bu teknolojik yatırımları sayesinde sağlık alanında kullanılan cihaz ve yöntemlerin içerisinde, NASA tarafından geliştirilen robotik uzay aracı ikmal kolu ve yapay kas sistemleri sayesinde çeşitli uzuvlarını kaybetmiş insanlara yapay uzuv sağlanabilmekte ve uzay mekiği ana motor yakıt pompalarının çalışma ilkelerini oluşturduğu yapay kalp pompası geliştirilmektedir (5).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından tanımlandığı şekli ile “Sağlık teknolojileri; sağlık sorunlarını çözmek ve yaşam kalitesini iyileştirmek için geliştirilmiş ilaçlar, tıbbi

---

cihazlar, yardımcı teknolojiler, teknikler ve prosedürleri içerir. Bu tür teknolojiler her tür sağlık kuruluşunda kullanılmakta, çağdaş sağlık sistemlerinde önemli bir rol oynamakta ve hasta bakımının kalitesine doğrudan katkıda bulunmaktadır” (6). Diğer bir tanıma göre ise sağlık teknolojileri tıp tarihi boyunca geliştirilmiş olan bütün teşhis ve tedavi yöntemleri ile alet, malzeme ve cihazlar olarak tanımlanmaktadır (7).

Sağlık teknolojileri; sağlık hizmetlerini kolaylaştırmak, maliyetleri düşürmek ve bakım kalitesini artırmak için tasarlanmış olan tüm cihazları, aşıları, prosedürleri ve sistemleri kapsamaktadır (8). Bugün dünya pazarında 22.000'den fazla jenerik cihaz grubuna ayrılmış tahmini 2 milyon farklı türde tıbbi cihaz bulunmaktadır. Tıbbi teknolojilerle beraber geliştirilen cihazlar burkulan bir ayak bileğinin bandajlanmasından HIV/AIDS teşhisine; yapay kalça implantasyonuna veya herhangi bir cerrahi müdahaleye kadar birçok sağlık sorununun teşhis ve tedavisi ile birçok tıbbi prosedürde vazgeçilemez bir konumdadır. Bu tür sağlık teknolojileri, hastalıkları teşhis etmek, tedavileri izlemek, engellilere yardımcı olmak ve hem akut hem de kronik hastalıklara müdahale etmek ve tedavi etmek için kullanılmaktadır (6). Ayrıca bu teknolojilerin sağlığı koruma ve geliştirme alanlarında da kullanıldığı ifade edilmektedir (4).

İnternet teknolojilerinin 1990'larda yaygınlaşmasıyla beraber bir dizi e-terim de ortaya çıkmaya ve sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanda ortaya konulan yeni teknolojiler hem günlük yaşamı hem de iş yaşamını derinden etkilemiş ve bu terimler son derece kullanışlı terimler olarak benimsenmiştir. Örneğin e-posta, insanların hızlı bir şekilde iletişim kurmaları ve deneyimlerini paylaşmaları için yeni olanaklar sağlarken e-ticaret, internet üzerinden ticari ve finansal işlemleri yürütmek için yeni yollar önermiştir (9). İlk olarak akademisyenlerden ziyade endüstri liderleri ve pazarlamacılar tarafından kullanılan e-sağlık terimi ise 1999'dan önce neredeyse hiç kullanılmazken 2000'li yıllarla beraber popülerite kazanmıştır. Bu dönemde e-sağlık yalnızca “internet tıbbi” kavramını karşılamak için değil, bilgisayar ve tıpla ilgili hemen hemen her şeyi karakterize etmek için kullanılan genel bir kavram olarak görülmüştür (10). E-Sağlık internet aracılığı ile ulaştırılan elektronik sağlık hizmetlerinin tüm formlarına atıfta bulunmaktadır. Bilgi paylaşımı, eğitim, sağlık hizmetlerinin direkt sunumu gibi alanlar e-sağlık kapsamında değerlendirilmektedir. e-Sağlık uygulamaları; sağlık hizmetlerini daha verimli bir hale getirmekte, hem hastalara hem de sağlık hizmet sunucularına önceden imkansız olarak görülen uygulamaları gerçekleştirme imkanı sunmaktadır (11). E-sağlık tıbbi bakımın geliştirilmesi, hastaların tıbbi bakımın bir parçası haline gelmesi ve memnuniyetlerinin artırılması, operasyonların ve uygulamaların kolaylaştırılması ve maliyetlerin kontrol altına

---

alınabilmesi gibi bir takım amaçları gerçekleştirmek için web temelli sistem ve süreçlerin kullanımını ifade etmektedir (12). Eysenbach (2001) e-sağlığı şu şekilde tanımlamaktadır; “e-sağlık internet ve ilgili teknolojiler aracılığıyla sağlanan veya geliştirilen sağlık hizmetlerine ve bilgilere atıfta bulunan; tıp bilişimi, halk sağlığı ve iş dünyasının kesiştiği noktada yer alan gelişmekte olan bir alandır (10). Daha geniş bir anlamda bu terim bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı aracılığı ile sağlık hizmetlerini yerel, bölgesel ve dünya çapında geliştirebilmek için sadece teknik bir gelişmeyi değil, aynı zamanda bir zihin durumunu, bir düşünme biçimini, bir ağa bağlı olmayı ve küresel düşünmeyi karakterize etmektedir.” DSÖ’ne göre ise e-sağlık, sağlık ve sağlıkla ilgili alanları desteklemek için bilgi ve iletişim teknolojilerinin maliyet etkin ve güvenli kullanımınıdır. Telesağlık, teletıp, mobil sağlık (mSağlık), elektronik tıp veya sağlık kayıtları, büyük veri, giyilebilir cihazlar ve hatta yapay zeka dahil olmak üzere geniş bir alanı kapsamaktadır. E-sağlığın rolü, evrensel sağlık güvencesi (universal health coverage) ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi kapsayıcı sağlık önceliklerine ulaşmada çok önemli olarak kabul edilmiştir (13).

E-Sağlık kavramı kapsamında değerlendirilmesi gereken “10 e” aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (10);

- Efficiency (Verimlilik)
- Enhancing Quality (Kalitenin artırılması)
- Evidence based (Kanıt dayalı olma)
- Empowerment (Güçlendirme)
- Encouragement (Cesaretlendirme/Teşvik etme)
- Education (Eğitim)
- Enabling (Mümkün kılma)
- Extending (Genişletme)
- Ethics (Etik)
- Equity (Eşitlik)

Ayrıca burada yer verilen “10 e”ye ek olarak Eysenbach (2001) e-sağlık kapsamında değerlendirilmesi gereken diğer üç konuyu da aşağıdaki gibi ifade etmektedir (10);

- Easy to use (Kullanım kolaylığı)
- Entertaining (Eğlenceli olma)
- Exciting (Heyecan vericilik)

Bilgisayar teknolojilerinin sağlık hizmetleri alanında kullanılmaya başlanması ile birlikte manuel olarak yapılan dokümantasyon işlemleri yerine hataların azaltılması ve istenilen bilgilere daha hızlı ulaşılmasını sağlayan yeni bir süreç başlamıştır. Bu çerçevede günümüzde

---

sağlık bilgilerinin değişen koşullara hızlı bir şekilde adapte edilebilmesi olanaklı hale gelmiştir (14). E-Sağlık kapsamında değerlendirilen elektronik sağlık kayıtları temel dokümantasyondan klinik gösterge ve gözlemlerin gerçek zamanlı olarak gösterilmesine kadar farklı düzeylerde fonksiyonlara sahiptir. Elektronik sağlık kayıtları konusunda ortak bir dil ve entegre bir sistemin mevcut olmasının, sağlık kayıtlarının “sınırların ötesinde” kullanılmasını olanaklı kılacağı ifade edilmektedir. Böylece bireyler sağlık kayıtlarını farklı ülkelerde sağlık hizmeti alabilecekleri ve e-reçeteler ile ilaç alabilecekleri şekilde paylaşmayı tercih edebileceklerdir. Bu noktada klinisyenlerin m-sağlık uygulamaları ve giyilebilir sağlık teknolojileri de dahil olmak üzere farklı ortamlardan gelen verileri kolayca görüntüleyebilmesi, kayıt altına alabilmesi ve gerektiğinde diğer sağlık profesyonelleri ile paylaşabilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla farklı sağlık sistemlerinde bu tür olanakların entegre bir şekilde kullanılması gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır (15).

M-Sağlık da e-sağlığın bir bileşeni olarak ifade edilmekte ve DSÖ tarafından; “...cep telefonları, hasta izleme cihazları, kişisel dijital asistanlar ve diğer kablosuz cihazlar gibi mobil cihazlar tarafından desteklenen tıbbi uygulamalar ve halk sağlığı uygulamaları...” olarak tanımlanmaktadır (16). M-Sağlık, mobil kablosuz teknolojilerin sağlık için kullanılmasıdır. Her zaman olmasa da günümüzde bir akıllı telefonun kullanımını gerektirdiği ifade edilmektedir. En basit kullanım alanlarından biri sağlık bilgilerine ve hizmetlerine uzaktan erişim şeklindedir (15). Öte yandan güncel uygulamalar içerisinde m-sağlık ile diğer e-sağlık teknolojileri bir arada kullanılmaktadır ve gelecekte daha da bütünleşik bir yapıda kullanılacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Örneğin sağlık alanında kullanılan sensörler, m-sağlık alanının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Sensörler aracılığı ile yapılan ölçümler neticesinde verilerin kaydedilmesi, anlık olarak paylaşılması veya bu verilerin kişisel sağlık kayıtlarında yer alması gibi uygulamalar görülebilmektedir (15).

Bugün bu anlamda sensörlerin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Özellikle hastaların izlenmesinde kullanılan bu sensörler sağlık hizmeti sunucularına veri transferi sağlanmasını kolaylaştırmakta ve sağlık hizmetleri için sağlık kurumunda fiziksel olarak bulunma ihtiyacını azaltmaktadır. Kan basıncı, kilo, kan şekeri ve elektrokardiyografi (EKG) gibi hayati belirtiler, giyilebilir biyosensörler kullanılarak ölçülebilmekte ve mobil kablosuz ağ üzerinden merkezi bir sunucuya iletilebilmektedir. Henüz bu teknolojilerin kullanımı yüksek maliyetinden dolayı gelişmekte olan ülkelerde yaygınlık kazanmasa da gelecekte bu teknolojilerin yaygın bir şekilde kullanılacağı ön görülmektedir (16, 17). King (2020b)

---

kitabında, giyilebilir teknolojinin yanı sıra, sindirilebilen, kan dolaşımı ile birlikte vücutta gezinerek sağlık durumuna yönelik verileri raporlayan yapay zeka ürünlerinden bahsetmektedir (5). Ek olarak, yapay zeka teknolojisini; kalp ve damar hastalıkları, felç riski, sindirim problemleri veya organ yetmezliğine yönelik takip yapabilecek, olası bir atağı engellemek amacı ile geçici tedavi yöntemleri önerebilecek bir teknoloji olarak ifade etmektedir.

Uzaktan sağlık hizmeti sunumu genel olarak tele-tıp çerçevesinde ele alınmaktadır. Burada elektronik sağlık kayıtları ve m-sağlık uygulamalarının yanı sıra robotik uygulamaların olduğu da görülmektedir. Gelişen robotik teknolojiler sayesinde bir takım sağlık hizmetleri robotlar tarafından yürütülebilir düzeye gelmiştir. Evde sağlık hizmetleriyle beraber, böbrek taşı kırma, saç ekimi, danışmanlık ve hemşirelik hizmetleri gibi sağlık hizmetlerini veren robotların günümüzde kullanılmaya başlandığı ifade edilmektedir (3).

Geniş bant internetin ve mobil iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması, giyilebilir cihazların güncel olarak kullanılması, nesnelerin interneti ve bulut bilişim ile robotlar gibi çığır açıcı teknolojiler sayesinde sağlık hizmetlerinin büyük bir dönüşüm içerisine girdiği belirtilmektedir. Bu teknolojilerin sunduğu imkânlar, yapay zekâ teknolojileri ve makine öğrenme; koruyucu, teşhis ve tedavi edici sağlık hizmetleri ile tedavi sonrası bakım hizmetlerinde sağlık profesyonellerinin ayrılmaz bir yardımcısı haline gelmiştir. Dolayısıyla yapay zekâ da sağlık teknolojilerine ilişkin araştırma-geliştirme çabalarının odağında yer alan teknolojilerden bir tanesidir. Yapay zekâ klinik açıdan, halk sağlığının yönetimi, erken tanı ve acil müdahale; görüntüleme araçları ve test sonuçlarının takibi gibi tanı koyma süreçlerinde, robotik operasyonlar, ilaç tedavisi ve kişiye özel sağlık hizmetleri gibi tedavi süreçlerinde, tedavi sonrası bakım süreçlerinde karar desteği olarak ve terminal dönem hastalara sunulan bakım süreçlerinde kullanılmaktadır. İdari olarak ise genel sağlık yönetimi, dokümantasyon yönetimi, hastane kapasitesinin verimli kullanımı; hata, usulsüzlük ve yolsuzlukların azaltılması, uzaktan önleyici ve tamamlayıcı sağlık hizmetleri, maliyet ve kalite yönetimi gibi alanlarda kullanılmaktadır (18).

Sağlık teknolojileri de diğer birçok teknolojiye benzer şekilde araştırma safhasıyla başlayan ve kullanımının sonlanmasına kadar giden bir yaşam döngüsüne sahiptir. Diğer teknolojilerde olduğu gibi, sağlık teknolojileri de önce keşfedilmekte, ardından geliştirilerek kullanıma sokulmaktadır. Son aşamada teknoloji eskimekte ve kullanımı sonlandırılmaktadır (4).



---

E-sağlık teknolojilerinin gelişimi 1920'lerin sonuna kadar dayandırılmaktadır. 1920'lerin sonundan günümüze kadar geçen süreçte birçok bilimsel gelişmenin kombinasyonu ile e-sağlık alanı şekillenmiştir. Özellikle son yıllarda birbirlerine ağ yolu ile bağlı bilgisayar kaynaklarına beklenmedik ve ucuz bir şekilde ulaşım imkânlarının artması nedeniyle e-sağlık alanındaki araştırmaların genişlediği ifade edilebilir (19).

Bugün sağlık teknolojisinin tarihin hiçbir döneminde olmadığı kadar gelişmiş olduğu görülmektedir. Son yüzyılda çok büyük bir hızla gelişen e-sağlık teknolojileri sağlık hizmetlerinin sunum şeklini ve geleneksel birçok uygulamayı değiştirmiş ve geliştirmiştir. Hem sağlık hizmetlerinin yönetsel boyutunda, hem sağlık profesyonellerinin eğitiminde hem de sağlık hizmetlerinin sunumunda teknolojinin ağırlığının artacağı öngörülebilmektedir. Bugün gelinen noktada e-sağlık kavramını dahi dönüştürebilme/değiştirebilme/geliştirebilme potansiyeline sahip olan “metaverse” teknolojisinin sağlık hizmetlerinde artan şekilde kullanılacağı ifade edilmektedir. Bu doğrultuda metaverse teknolojilerinin sağlık alanında yaratacağı olası değişimlerin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle metaverse ve ilişkili kavramlara değinmek faydalı olacaktır.

### 3. METAVERSE VE İLİŞKİLİ KAVRAMLAR

“Meta-ötesi” ve “verse-evren” kelimelerinin bir arada kullanımı ile meydana gelen “öte evren”, fiziksel dünyadan bağımsız, bilgisayar teknolojisine dayalı bir sanal evreni ifade etmektedir. Bu sanal evrende insanlar fiziksel dünyadaki varlıklarını temsilen avatarlar kullanmakta, bu avatarları fiziksel formlarına yakın veya hayali olarak yaratabilmektedir (20, 21). Sanskritçe bir kelime olan “Avatar”, “Bir Tanrı'nın dünya üzerindeki tezahürü” manasına gelmektedir. Fakat sanal evrenler üzerinde bu kelime ruhani bir varlığın ifadesinden çok, bir insanın fiziki formunun, sanal ortamlardaki temsili olarak kullanılmaktadır (21). Metaverse kelimesi ilk defa, Neal Stephenson'ın (1992) “Snow Crash” isimli romanında kullanılmıştır. Romanda, ana karakter metaverse adı verilen sanal bir evrene geçerek çeşitli maceralara katılabilmektedir (22). Neal Stephenson'dan sonra “Ready Player One” isimli romanı ile Ernest Cline (2011), Wade Watts karakterinin O.A.S.I.S isimli bir sanal evrendeki yaşamını konu almaktadır (23). Daha sonra Steven Spielberg yönetmenliğinde roman sinemaya uyarlanmış (24) ve geniş kitlelere ulaşabilmiştir.

Sanal evrenlerin en eski oluşum temelleri, rol yapma temalı oyunları içermektedir. Bu oyunların bilgisayar ortamında grafikler ile yansıtılmasının ilk örneği ise, “Habitat” isimli bir

---

bilgisayar oyunu olmuştur. Üç boyutlu grafiklerin kullanılması, ses entegreli sistemlerin ortaya çıkması sanal evrenlerin farklı alanlarda kullanımlarına yön vermiştir. Daha çok bilgisayar oyunları ile ilişkilendirilmiş olsa da, sosyalleşme amacı ile de kullanılmaya başlanan sanal evrenler, özellikle Linden Lab tarafından yaratılan Second Life isimli sosyal sanal evren adını duyurmuş ve metaverse bambaşka kullanım alanları da sunmaya başlamıştır. Second Life sanal evren platformu üzerinde, pek çok işletme, kar amacı gütmeyen kuruluş ve kurumlar faaliyet göstermeye başlamıştır (21). Günümüzde sanal evrenler oyun platformlarının çok ötesine geçmiş durumdadır. Günümüzde iletişimin, eğitimin, eğlencenin, işletmelerin, sağlık hizmetlerinin, ticaretin ve hatta kamusal yönetimin fiziksel ortamlardan dijital ortamlara kaydığı görülmektedir. Bu da dijitalleşmenin insan hayatını ne kadar farklı noktalarda etkilediğini göstermektedir (25). Metaverse ise, tüm bu faaliyetlerin üç boyutlu olarak gerçekleştirilebileceği bir ortamı vadetmektedir. Son zamanlarda büyük firmaların bu alana yatırım yapması ve yaşanan gelişmeler ise, bu evrenin yakın gelecekte pek çok alanda çok daha fazla hâkimiyet kuracağına işaret etmektedir. Bu çerçevede metaverse yapısını anlayabilmek için ilişkili bazı önemli kavramların açıklanması faydalı olacaktır.

**NFT**, İngilizce Non-fungable tokens kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Türkçe karşılığı “takas edilemeyen jeton” olarak kullanılabilir (26). NFT’ler blok zincir tabanlı, aslında sadece belirli kodları temsil etmesine rağmen milyonlarca dolara satılabilen sanal varlıklardır. NFT’ler bir blok zincir üzerinde depolanan, ve farklı olarak doğası gereği diğer dijital varlıklar ile değiştirilemeyen bir dijital bilgi birimi olarak ifade edilebilmektedir (27). Türkçe karşılığı nesnelerin interneti olan **IoT** kavramı, fiziksel nesnelere, kullanım alanlarını geliştirmek ve etkinleştirilmiş özellikler eklemek amacı ile internet bağlantısı sağlanması anlamına gelmektedir. İnsanların yaşamlarını kolaylaştırmak anlamında cihazların, güvenlik sistemlerinin veya ev içi medya sistemlerinin internet üzerinden bağlanmasını, etkileşime girmesini sağlar (28). Nesnelerin İnterneti, birbirine bağlı akıllı cihazları kontrol eden hâkim teknolojilerden biridir. Teknik, sosyal ve ekonomik anlamda insanların ve makinelerin yaşamları üzerinde büyük bir etki yaratmıştır. Böylesi bir teknolojiden elde edilen potansiyel faydanın, ileride akıllı nesnelerin algıladığı, düşündüğü ve hareket ettiği bir geleceği vadettiği düşünülmektedir (29). IoT sistemlerini sağlık hizmetleri alanında değerlendirmek gerekirse, akıllı cihazlar vasıtasıyla kişilerin sağlık parametrelerine ulaşmak ve bu veriler ile çeşitli analizleri yapmak mümkün olmaktadır. Bu analizlerin, bireylerin sağlık durumlarını takip edebilme veya doktora gitmesi gerektiği zamanları belirleyebilme konusunda yardımcı

---

olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda doktorların tanı koymalarında takip amaçlı yardımcı olması beklenmektedir. Bunlara ek olarak bu tür analizler neticesinde geniş hasta grupları üzerinden elde edilecek veriler yardımcı ile yeni hastalıkların teşhis ve tedavilerine yönelik çalışmaları destekleyebileceği düşünülmektedir (30). **Blok zincir** kelimesi İngilizce “Block Chain” kavramının Türkçe kullanımıdır. Coğrafi sınırları veya merkezi bir otoritesi olmadan güvenli, doğrulanabilir ve hızlı işlemlerin yapılmasına olanak sağlayan bir teknolojidir (28). P2P kısaltması İngilizce Peer-to-Peer, yani eşler arası ağ anlamına gelmektedir. Blok zincir teknolojisinin alt yapısının P2P eşler arası ağ sistemi oluşturmaktadır. Eşler, aracı gereksizdir birbirleri ile kaynak paylaşımı gerçekleştirebilir, çalışma alanları oluşturabilir (31). Blok zincir teknolojisi bir kişi veya grup olabileceği tahmin edilen “Satoshi Nakamoto” tarafından, Bitcoin kavramı ile popülerite kazanmıştır (32). Kriptografik kanıtlara dayalı bir elektronik ödeme sistemine ihtiyaç duyulduğunu ve blok zincir üzerinde iki istekli tarafın güvenilir bir üçüncü tarafa ihtiyacı olmadan doğrudan birbirleriyle işlem yapmasının mümkün olduğu belirtilmiştir (33). **Kripto para**, teknolojik gelişmeler ile, paranın blok zincir teknolojisine bağlı olarak dijitalleşmesi olarak ifade edilebilir. Kripto para, herhangi bir otoriteye bağlı olmadan veya aracı ihtiyacı duymadan paranın serbest dolaşımını mümkün kılan teknolojilerdir (34, 35). Kripto para sistemi paranın tüm özelliklerine sahip olarak, değiş tokuş ve değer saklama aracı olarak görev almaktadır (34). Mattke, Maier ve Reis (2020), kripto para birimleri arasında Bitcoin’in, Ethereum ve Ripple’in aksine, temel işlevleri yerine getirmede önemli ölçüde daha yüksek olarak algılandığını belirtmişlerdir (36). 25.02.2022 tarihi itibarı ile piyasa değeri en yüksek ilk üç kripto para sırası ile Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH) ve Tether (USDT) görülmektedir. Bu değer, bir kripto para biriminin dolaşımdaki arzının toplam piyasa değerini ifade etmektedir (37).

**Yapay zekâ** terimi ilk kez 1956’de John McCathy tarafından Dartmouth Üniversitesi’nde düzenlenen bir konferansta kullanılmıştır. Makinelerin yapmaları gereken işleri nasıl yapacaklarına dair yeterliliği insan yardımı almadan geliştirebilmesi olarak ifade edilen makine öğrenmesi kavramı yapay zekanın temelini oluşturmaktadır (38). Kaplan ve Haenlein (2019:17) yapay zekâyı bir sistemin dışarıdan gelen verileri doğru bir şekilde yorumlama, bu verilerden öğrenebilme ve öğrendiklerini esnek adaptasyon yolu ile belli hedeflere ve görevlere ulaşmak için kullanabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır (39). Yapay zeka, insanlar üzerinde tedirginlik ve korku yaratabilmektedir, özellikle insana dayalı iş gücünün makinalara geçebileceği korkusu hakim olmaktadır. AIPA ve Kuantum Araştırma

---

merkezinin (2021), “AIPA Gelecek Araştırması: Toplumda Yapay Zeka Algısı Kantitatif Araştırma Raporu”na göre, yapay zeka teknolojisinin istihdamı azaltacağını düşünen işletmeler %40.5 oranında görülmektedir. Bu oran 100 ve üzeri çalışanı olan işletmelerde %81.5 olarak belirlenmiştir (40). Fakat bu bulguların aksine, Wilson ve Daugherty (2020) 1500 şirketi kapsayan araştırmalarında, yapay zekayı temel alarak çalışanları işten çıkaran firmaların kısa vadeli verimlilik elde edeceğini, aksine firmaların performans artışlarını insan ve makine işbirliği ile elde edebileceği sonucunu ortaya koymuştur (41).

Günümüzde metaverse kavramının sıkça duyulması ile metaverse ile ilişkili kavramlar olan artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik, sanal gerçeklik ve genişletilmiş gerçeklik kavramları ön plana çıkmıştır. İngilizce *Augmented Reality (AR)* terimi ile ifade edilen artırılmış gerçeklik, çok fazla sayıda veri ve analitik kavramın gerçek dünya üzerine bindirilmiş görsel veya animasyonlara dönüştürülmesidir. Mobil cihazlar ağırlıklı olmak üzere, akıllı gözlükler veya başa takılabilen cihazlar ile artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanılmaktadır (42). *İngilizce Virtual Reality (VR)* olarak ifade edilen sanal gerçeklik, gerçek bir ortamı taklit eden, gelişmiş bir insan-bilgisayar arabirimi olarak ifade edilebilir. Kişilerin, sanal dünyada dolaşabilmesi, sanal dünyayı farklı açılardan görebilmesi, ulaşabilmesi, yakalayabilmesi ve yeniden şekillendirebilmesi olanakları mevcuttur. Sanal gerçeklik terimini ilk kullanan VPL Research'ün kurucusu Jaron Lanier'dır (43). İngilizce *Mixed Reality (MR)* olarak ifade edilen karma gerçeklik, dijital ve fiziksel ortamları birbirine bağlamayı amaçlayan bir etkileşim modelidir (44). Karma gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramları birbirine benzerlik göstermektedir. Sauer, Queisner vd., (2017) artırılmış gerçekliği görsel verilerin kullanıcıların gördüğü nokta üzerinde üst üste bindirilmesi olarak tanımlarken, karma gerçekliği ise, görsel verilerin ekranın arkasındaki bir alan veya obje (hologram) ile birleştirilmesi olarak tanımlamaktadır (45). Genişletilmiş gerçeklik, İngilizce *Extended Reality (XR)* kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve her üç kavramı da kapsayan bir ana kavram olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde bahsedilen teknolojileri özetlemek gerekirse Sanal gerçeklik (VR) teknolojisi gerçek dünyaya ait uyaranları engelleyen, bu amaç ile kullanıcıların kulaklık kullandığı bir teknolojidir. Arttırılmış gerçeklik (AR), kullanıcıları gerçek dünyadan ayırmaz, fakat sanal öğeleri üst üste bindirerek yansıtır. Karma gerçeklik (MR) ise, hem gerçek hem de sanal dünyanın belirli özelliklerini birleştiren bir teknolojidir. Genişletilmiş gerçeklik (XR), bu üç farklı teknolojiyi de kapsayan bir şemsiye terim olarak kullanılmaktadır (46). AR/VR/MR, metaverse için önemli kilit bileşenlerdir. VR, insanların

---

sanal dünyada daha etkili bir deneyim yaşamasına olanak tanıyan önemli bir bileşendir. AR, metaversedeki dijital ikizlerin fiziksel nesnelere üzerinde algılanabilir bir şekilde üst üste bindirilmesini sağlayarak metaverse ile fiziksel dünya arasında bir şekilde bağlantı kurmaktadır. MR, fiziksel dünya, sanal alan ve kullanıcılar arasında daha fazla bağlantı ve işbirliğine dayalı ilişkiler oluşturarak kullanıcıların sanal nesnelere etkileşime girmesine olanak tanımaktadır (47).

#### **4. METAVERSE TEKNOLOJİLERİNİN SAĞLIK ALANINDAKİ GELECEĞİ**

Günümüzde gerçekleşen teknolojik gelişmeler, gelecekte sağlık uygulamalarını ve hizmetlerini farklı yönlerden şekillendirecek niteliktedir. Özellikle sağlık hizmetlerinde metaverse teknolojisini mümkün kılacak olan teknolojilerin eğitim, araştırma, hasta bakımı, rehabilitasyon hizmetleri ve klinik uygulamalar gibi pek çok alanda kullanılmakta olduğu değerlendirildiğinde (48), metaverse teknolojilerinin de sağlık hizmetleri alanında çeşitli alanlarda kullanılacağı ifade edilebilir. Metaverse dünyasına da entegre edilebilmesi mümkün olabilecek bazı yenilikleri incelemek, kullanılmaya başlanılan olanaklardan ve gelecekte kullanılması mümkün olan teknolojilerden örneklere yer vermek konunun kavramsallaştırılabilmesi açısından da önem arz edecektir.

Yapay zekânın tıpta kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, felçlilerin yeniden hareket etmesine yardımcı olmak amacı ile Intel firması ve Brown Üniversitesi, omurilik yaralanmaları neticesinde meydana gelen felçler için, hareket ve mesane kontrolünü yeniden sağlamak amacı ile yapay zekâ kullanacak bir DARPA (The Defense Advanced Research Projects Agency - Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı) destekli Akıllı Omurga Arayüzü projesi üzerinde çalışmaktadır. Bu teknoloji, omurilikten motor ve duyu sinyallerin yakalanmasını sağlayan ve kopmuş sinirlerde kaybolan işlevleri geri yükleyebilecekleri bir sistemi ifade etmektedir (49). Öte yandan, Elon Musk'ın Neuralink ismi ile kurduğu şirket, insan beynini bilgisayarlara bağlayan bir teknolojiyi ortaya koymuştur. Bu teknoloji insan beynindeki nöronların yanına yerleştirilen elektronikler vasıtasıyla bu hücrelerin temsil ettiği bilgilerin kod açılımının yapılmasını sağlamaktadır. Bu nöral implantlar, insan beyninin bir bilgisayar veya mobil cihazı kontrol edebilmesini sağlayabilmektedir. Mikron ölçekli iplerin, insan beyninin hareketi kontrol eden bölgelerine yerleştirilmesi ile bu amaca ulaşılmaktadır. Neuralink'in öncelikli amacı, felçli hastaların bilgisayar ve mobil cihazları kontrol ederek bağımsızlıklarını tekrar kazanmalarına yardımcı olmak olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, kişilere daha kolay iletişim

---

kurma, internet sitelerini takip edebilme veya fotoğrafçılık, sanat veya yazma uygulamaları aracılığıyla yaratıcılıklarını ortaya koyabilmek için tasarlanmıştır (50). Bu teknolojinin ilerlemesi ile özellikle ortopedik engelli bireylerin hem iş yaşamına hem de sosyal yaşama entegre edilebileceği değerlendirilebilir. Dahası metaverse evreniyle Neuralink projesinin çıktılarının bir araya getirilmesiyle bu tür problemler yaşayan bireylere yeni bir evrende hareket kabiliyeti kazanma ve çeşitli ihtiyaçlarını bu evrenin olanakları çerçevesinde bağımsız bir şekilde giderebilme imkânı doğabilecektir.

Ju Hyun (2021) özellikle COVID-19 pandemisinin ardından hızla kullanılmaya başlanan uzaktan eğitim teknolojileri ve metaverse evreninin eğitimde kullanımı ile ilgili çalışmada üniversite etkinlikleri ve sosyal etkinliklerle beraber uygulamalı eğitimde de metaverse evreninin sağladığı olanakların kullanılabilirliğini ifade etmektedir (51). Aynı çalışmada Kore’de bir üniversitede anatomi dersi pratiğinde metaverse evreninin kullanıldığı ifade edilmektedir. Ayrıca metaverse, sınıf içi çalışmalar ve gruplara dayalı birlikte öğrenme etkisinin de teşvik edilmesini sağlamaktadır. Dahası, öğrencilerin bu tür uygulamalar neticesinde ekranları ve öğretmenleri ile iletişimden memnuniyet düzeylerinin de artmış olduğu gözlenmiştir (51).

Duan vd. (2019) sanal gerçeklik teknolojilerinin özellikle afet tıbbi çerçevesinde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Buna göre sanal gerçekliğin afet tıbbi çerçevesinde profesyonel eğitim, bilginin yaygınlaşması ve psikoterapi gibi alanlarda kullanılabileceğini belirtmektedir (52). Trost vd. (2021) ise sanal gerçeklik teknolojilerinin ağrı yönetiminde ilaçsız veya ilaca ek olarak kullanılabileceğini ifade etmektedir (53). Sanal gerçekliğin ötesinde metaverse teknolojilerinin sağlıkla ilgili profesyonellerin eğitiminde kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Sunduğu çok geniş teknolojik imkanlar, pratik yapabilme olanaklarının yüksek olması ve simülasyon deneyiminin metaverse evrenine taşınması ile beraber sağlık profesyonelleri, fiziki ortamlarda gerçekleştirme imkanı bulamayacakları deneyimleri elde edebilecek, henüz uzmanlık sürecini tamamlamamış sağlık profesyonelleri ise herhangi bir zarar verme ya da zarar görme riski ile karşılaşmadan pratik yapabilme imkanına sahip olabilecektir. Dolayısıyla özellikle tıp eğitimi alanında vaka pratiği açığının metaverse teknolojileri ile kapatılması mümkün hale gelebilecektir. Bu noktada değinilmesi gereken diğer bir teknoloji ise dijital ikizlerdir.

---

Metaverse evreninde fiziksel varlıkların gerçek hayattaki dinamik işlevselliğini kapsayan sanal kopyaları olarak dijital ikizlerin önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmektedir (48). Bunlar, bir bireyin tüm sağlık verisine sahip dijital ikizler olabilecektir. Zira tüm elektronik sağlık kayıtları ile beraber bir bireyin fiziksel ve psikolojik durumu, genetik bilgileri, sağlığına etki eden değişkenler vb. bilgilerin anlık olarak toplanması mümkün hale gelebilecektir (54). Günümüzde vücutta yer alan sistemlerin belirli bir kısmının, bir organın ya da tüm vücut sisteminin dijital ikizlerinin oluşturulması ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Örneğin Almanya’da yürütülen bir çalışmada kardiyolojik tedavileri hastalara çok daha yakın bir şekilde uyarlamak için kalbin dijital ikizini geliştirmek amaçlanmaktadır (55). Bu teknoloji ile beraber bireylerin dijital kopyaları üzerinde, bireyleri herhangi bir riske maruz bırakmadan deney ve denemeler yapılması mümkün hale gelebilecektir. Dahası, tıbbi görüntüleme teknolojilerinin metaverse teknolojileriyle entegre edilmesi çeşitli hastalıkların daha kesin teşhisi ve daha uygun tedavisine imkan tanıyabilir. Bu alanda uzmanların yine metaverse evreninde bir araya gelerek ilgili görüntüler üzerinde fikir alış verişi yapması da metaverse teknolojilerinin sağlık alanında vaat ettiği imkânlar arasında gösterilebilir.

Görüntüleme imkânlarının yanı sıra, hastalardan anlık olarak sağlık verisi toplayan özellikle “giyilebilir sağlık teknolojileri” kapsamında değerlendirilen teknolojilerden elde edilen sağlık verilerinin metaverse evrenine aktarılması ve görselleştirilmesi de bireylere sunulacak sağlık hizmetlerinin daha etkili ve verimli olmasını olanaklı kılabilir. Ayrıca bu veriler sayesinde bireylerin çeşitli sağlık riskleriyle karşılaşma ihtimallerine ilişkin kanıta dayalı tahminler yapılabilir ve dijital ikiz teknolojisi çerçevesinde uygulanacak tedavi ya da işlemlerin etkinliği yine veriye dayalı olarak tahmin edilebilir. Böylelikle hem koruyucu sağlık hizmetlerinin hem de teşhis ve tedavi hizmetlerinin daha etkili bir şekilde sunulması mümkün hale gelebilir.

Bireylerin dijital ikizleri haricinde nesnelerin dijital ikizlerinin yaratılması da sağlık hizmetleri çerçevesinde büyük katkılar sağlayabilmektedir. Çünkü fiziksel dünyadaki nesneler metaverse ile etkileşime girebilmektedir. Nesnelerin dijital ikizleri 3B modelleme yoluyla oluşturabilir ve dijital ikizlerinin gerçek dünyada olanla aynı durumu sunmasını sağlayabilmektedir. Tersine, dijital ikiz metaversede işlendikten sonra, fiziksel dünya durumu buna göre değişebilmektedir (47). Nesnelerin dijital ikizleri sayesinde sağlık alanındaki pek çok teknolojik cihazın geliştirilmesinin, denenmesinin veya güncellenmesinin daha hızlı ve düşük maliyet ile sağlanabileceği değerlendirilebilir.

---

Metaverse evreninin hali hazırda kullanılmakta olan uzaktan sağlık hizmetlerinde de gelişmelere yol açacağı belirtilmektedir. Bu noktada hali hazırda kullanılan teknolojilerin sağladığı iki boyutlu görüşmenin üç boyutlu ortamda, karşılıklı bir etkileşim çerçevesinde, giyilebilir sağlık teknolojileri ve diğer kaynaklardan elde edilen verilerin de değerlendirilmesi ile çok daha gelişmiş bir deneyim sunmaya aday olduğu belirtilmektedir (54).

Özellikle COVID-19 pandemisi dünya genelinde birçok ülkede sağlık hizmetlerinde yeterli insan kaynağını sağlama noktasında sorunlara yol açmıştır. Pandemi nedeniyle yaşamını yitiren sağlık çalışanlarının yanı sıra, özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha derinden hissedilen ekonomik kriz ile insan gücü ihtiyacı bulunan refah düzeyi yüksek ülkelere sağlık çalışanlarının yönelmesi bu sorunları daha da tetiklemektedir. Metaverse evrenini mümkün kılacak teknolojilerin yaygın olarak kullanılması küresel bir sorun olarak karşımıza çıkan sağlık insan gücü ihtiyacının karşılanmasına da katkı sağlayabilir. Metaverse teknolojilerinin mevcut sağlık insan gücünden en yüksek düzeyde faydalanabilme ve bu alandaki eksikliklerin giderilebilmesinde önemli bir rol oynayacağı, dahası maliyet etkin sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması ve hizmetlere erişimin kolaylaşması neticesinde sevk sistemini güçlendirebileceği ifade edilmektedir. Benzer şekilde damgalanma korkusu ya da kimliklerinin açığa çıkabileceği endişesi ile sağlık hizmetlerine başvurmadan imtina eden bireylerin metaverse teknolojilerinin sağlayabileceği kimlik gizliliği ile sanal evren üzerinden sağlık hizmeti erişimine olanak tanınması da mümkün olabilecektir. Mental problemler, cinsel yolla bulaşan hastalıklar gibi sağlık sorunlarının teşhisi, tedavisi ve takibinde bu teknolojilerin sağlayabileceği kimlik gizliliği neticesinde bireylerin sağlık hizmetlerine erişimlerinin artırılabilirliği ifade edilmektedir. Dahası, çocukların sağlık hizmeti süreçlerinde korku ve kaygı yaşamasının önüne geçilmesi açısından da hem mevcut kullanılan teknolojilerinin önem arz ettiği hem de metaverse teknolojilerinin önemli bir hedef alan olduğu belirtilmektedir (48).

Metaverse teknolojileri ile sağlığın korunması ve geliştirilmesi çabalarının desteklenmesi de mümkün olabilir. Özellikle sağlıklı davranışların kazandırılması, riskli sağlık davranışlarının önlenmesi noktasında gelecek vaat eden bir teknoloji olarak ön plana çıkmaktadır. Hem fiziksel hem de psikolojik iyi olma halini olumsuz etkileyen durumların engellenmesi, ortaya çıktıktan sonra da düzeltilmesi çabaları içerisinde metaverse evreni önemli olanaklar sağlanmaktadır. Zira günümüzde teknolojinin mevcut durumunda dahi sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin bağımlılıkla mücadele, psikoterapi, bilişsel yeteneklerin korunması ve geliştirilmesi, fiziksel sağlığın korunması, çeşitli hastalık



---

gruplarında tedavilere ek olarak yaşam kalitesinin artırılması gibi alanlarda kullanıldığı bilinmektedir (56,57,58,59,60,61,62,63,64). Bu teknolojilere ek olarak metaverse evreninin sağlayacağı imkanların özellikle sağlığı geliştirici davranışların teşviki ve riskli durumların önlenmesinde önemli bir rol oynaması mümkün olabilecektir.

Günümüzde kullanılan sanal gerçeklik gibi teknolojilerin özellikle hastalar uyanık iken gerçekleştirilen operasyonlarda hastaların daha az kaygı hissetmesi ve hasta deneyiminin iyileştirilmesi için kullanıldığı (65) yine benzer şekilde işlemlere ilişkin kaygı ve ağrı düzeyini de azalttığı (66) bilinmektedir. Uyanık gerçekleştirilen minör pediatrik plastik cerrahi operasyonlarında ağrı düzeyini azaltmasa da operasyon süresini kısalttığı tespit edilmiştir (67). Her ne kadar bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar devam ediyor olsa da, yine uyanık yapılan operasyonlarda bireylerin metaverse evreninde aile üyeleri ya da arkadaşları ile bir araya gelmesi ya da kurgulanmış başka bir meta evrende yer alması bu anlamda hasta konforu açısından göz önünde bulundurulması gereken teknolojiler arasına girebilecektir.

Sağlık turizmi son yıllarda önem arz eden bir hizmet sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle iletişim ve ulaşım teknolojilerinin hızla gelişmesi ile beraber bireylerin bozulan sağlıklarına kavuşmak veya sağlıklarını korumak ve geliştirmek amacıyla sağlık turizmi olanaklarından faydalandıkları bilinmektedir. Ancak bu noktada bir takım belirsizliklerin olması potansiyel sağlık turistlerinin bir takım endişelerinin doğmasına neden olabilmektedir. Zira sağlık hizmetleri bilgi asimetrisinin yoğun olduğu, hizmetlerde kalitenin ölçülmesinin ve standartlaşmasının zor olduğu bir alandır. Ayrıca bu alanda alınacak hizmetler için deneme yanılma yöntemi ile bir satın alma kararının verilmesi mümkün değildir. Bunun yanı sıra bireyler sağlık turizmi söz konusu olduğunda hem medikal hizmetlere hem de gidilecek ülkeye ilişkin bilgilere ve tecrübelerine ihtiyaç duyabilmektedir. Bu anlamda metaverse teknolojilerinin bu alandaki belirsizlikleri ortadan kaldırarak potansiyel bir sağlık turistine hizmet almayı planladığı hastaneyi sanal ortamda gezebilme, hizmet süreçlerini gözlemleyebilme, olanakları tanıma fırsatı verebileceği değerlendirilmektedir. Aynı zamanda bir sağlık turizmi deneyimi olarak hastaların kendi ülkelerinden hedef ülkeye gidiş sürecine ilişkin ilgili ulaşım aracı, konaklama tesisi ve genel turizm olanaklarını sanal olarak yaşaması olanaklı hale gelmektedir. Böylece bireyler her ne kadar hizmetleri gerçekten alıp kullanmasalar da alacakları hizmetlere ilişkin önceden bir fikir sahibi olabilecek ve bu durum da satın alma kararında önemli bir rol oynayabilecektir. Bu anlamda metaverse evreninin sağlık

---

kurumları açısından önem arz eden bir pazarlama aracı olarak da kullanılabileceği ifade edilebilir.

Sağlık alanında m-sağlık ve giyilebilir teknolojiler gibi yeni teknolojilerin sağladığı tüm bu olanaklar düşünüldüğünde, sağlık hizmeti almak isteyen bireylerin, gerçek zamanlı etkileşime girebildiği ulusal sınırlar içermeyen bir sanal evren üzerinde farklı imkanlara sahip olabilecekleri düşünülebilir. Fiziksel bir tedavi gerekliliği olmadığı durumlarda dünyanın herhangi bir noktasında fiziksel veya zihinsel bir rahatsızlığına yönelik teşhis veya tedavi alabilmek amacı ile alanında uzman sağlık merkezlerine veya sağlıkçılara ulaşabilmesinin, gerçek zamanlı ve etkileşimli metaverse deneyimleri yolu ile sağlık hizmetlerinden faydalanabilmesinin yakın gelecekte mümkün olacağı düşünülebilir.

Konferanslar, bilimsel toplantılar ve spesifik hedef grupları olan eğitimlere her yerden katılım sağlanması; bu etkinliklerin günümüzün uzaktan eğitim teknolojilerinin çok daha ötesinde imkanlar çerçevesinde gerçekleştirilmesi mümkün olabilir. Özellikle tıp toplantılarında anlatılan konular metaverse evreninde iki boyutu aşan görsellerle anlatılabilecektir. Zira burada ifade edilen toplantıların başlangıcı sayılabilecek bir takım toplantıların metaverse evreninde düzenlenmeye başlandığı da belirtilmektedir. Örneğin Liv Hospital, Gastroenteroloji alanında metaverse evreninde bir kongre düzenlemiş ve bu kongreye Japonya, İngiltere, Mısır, Azerbaycan, Kazakistan ve Türkiye gibi çok sayıda ülkeden hekimler katılmıştır (68).

## **5. METAVERSE TEKNOLOJİLERİNİN ÖNÜNDEKİ ENGELLER**

Sağlık hizmetleri, yeni teknolojilerin hızlı bir şekilde adapte edilerek kullanıldığı önemli bir alandır. Burada her geçen gün yeni teknolojiler yeni imkânlar doğurmakta ve sağlık hizmetlerinin daha etkili ve verimli bir şekilde sunulmasını mümkün kılmaktadır. Günümüzde sıklıkla telaffuz edilen metaverse teknolojisi de sağlık hizmetleri alanında birçok yeniliğe ve gelişmeye yol açabilecek bir teknoloji olarak dikkat çekmektedir. Ancak bu konuda atılan adımlar henüz çok sınırlıdır ve bu teknolojinin vaat ettiği olanakların gerçekleşip gerçekleşmeyeceği henüz net olarak bilinmemektedir. Her ne kadar metaverse teknolojileri yukarıda da ifade edildiği gibi sağlık alanında devrim niteliğinde gelişmelere yol açabilecek bir potansiyel barındırsa da bu teknolojilerin önünde bir takım zorluklar ve bu zorlukların yanı sıra oluşabilecek bir takım olumsuzluklar da yer almaktadır. Dolayısıyla bu teknolojinin beklendiği gibi sağlık hizmetlerinde yoğun olarak kullanılmama ya da çığır açıcı yeniliklere yol açmama

---

ihhtimalinin olduğu da yadsınamaz bir gerçektir. Bu çerçevdede metaverse teknolojisinin sağlık alanında kullanılmasında, mevcut durumda, yer alan zorluklara ve muhtemel tehlikelere değinilmesi gerekmektedir.

Her geçen gün bir adım daha öteye taşınan e-sağlık teknolojileri ile ilgili en önemli kaygıların başında veri güvenliği ve mahremiyet konuları gelmektedir. Aynı kaygılar gelecekte çeşitli alanlarda kullanılması beklenen metaverse teknolojisi için de geçerlidir. Dolayısıyla bu teknolojilerin sağlık sektörüne adaptasyonunun sağlanması öncelikle mahremiyet ve güvenlikle ilgili teknik konuların çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Öte yandan bu teknolojinin altyapı maliyetleri ve yatırımın geri dönüşü henüz net olarak bilinmemektedir. Bu anlamda bir fayda-maliyet analizinin yapılması ya da bu konuda çıkarımlara ulaşılması mümkün değildir. Bu nedenle ilgili teknolojilerin ortaya çıkarabileceği maliyetler ve bu maliyetlerin katlanılabilir olup olmadığı belirsiz konular arasındadır. Yine teknik konuların arasında beraber çalışabilirlik imkânlarıyla ilgili belirsizliğin yer aldığı ifade edilmelidir.

Metaverse teknolojisinin sağlık alanında kullanılması için sağlık profesyonellerinin de bu alanda eğitim almış olması gerekmektedir. Burada hem sağlık profesyonellerinin eğitiminde bu teknolojilere yer verilmesinin getirebileceği zorluklar hem de hali hazırda sağlık hizmetleri sektöründe yer alan sağlık profesyonellerinin yeni teknolojilere gösterebileceği direnç göz ardı edilmemelidir.

Yeni teknolojilerin geniş toplum kesimlerince yaygın olarak kullanılabilmesi için toplumun yüksek bir teknoloji okuryazarlığına, ilgili teknolojiye erişim sağlayabilecek teknik alt yapı imkanlarına ve maddi kaynağa sahip olması gerekmektedir. Dolayısıyla bu hususlar ilgili teknolojinin kullanılabilirliği üzerinde önemli bir role sahiptir. Metaverse teknolojisinin gerçek zamanlı ve etkileşimli doğası göz önüne alındığında, ilgili evrene erişen katılımcı sayısının artması ilgili yüklenme ve indirme talebini aynı oranda arttırmaktadır. Bu anlamda, metaverse teknolojisinin bant genişliği gereksiniminin çok büyük olacağı düşünülmektedir. Bu da uygun altyapının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır (47).

Burada ifade edilen yeni teknolojiler, sağlık hizmetlerine erişimde farklı bir eşitsizlik türünün de ortaya çıkmasına neden olabilir. Yeni teknolojileri kullanabilecek altyapı, maddi ve manevi olanaklara sahip bireyler bu anlamda fiziksel bir sınır olmaksızın sağlık hizmetlerine erişim sağlayabilirken, bu olanaklardan yoksun kesimlerin bahsedilen teknolojik imkanlardan yararlanamayacak olması da önemli bir konudur. Benzer şekilde ilgili teknolojileri kullanmak

---

için gerekli olan ekipman maliyetleri de değerlendirildiğinde bu noktada çözümlenmesi gereken konuların mevcut olduğu açıktır.

Sağlık hizmetlerinden memnuniyet, hekimin tıbbi önerilerine uyum gibi konularda hasta-hekim ilişkisinin önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (69, 70,71,72). E-sağlık teknolojilerinin bu iletişim üzerindeki olumsuz etkisi literatürde kendisine yer bulan konular arasındadır (73). Bu çerçevede metaverse teknolojilerinin hasta-hekim iletişimi üzerinde oynayacağı rol henüz belirsizdir ve geleneksel yöntemlerle teşhis ve tedavi hizmeti almaya alışık olan bireyler tarafından nasıl karşılanabileceği bilinmemektedir. Dijital ikiz teknolojisi sağlık alanında devrim niteliğinde gelişmelere yol açabilecek bir teknoloji olarak ön plana çıkmakta ve bu anlamda çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak bu konuda da hem teknik hem de etik konuların çözüme kavuşturulması gerekmektedir (48).

Teknoloji bağımlılığı günümüzün önemli bağımlılık sorunlarından biridir (74, 75). Burada yer verilen yeni teknolojilerin de bu anlamda bir risk taşıdığı değerlendirilebilir. Sağlık alanında kullanılması mümkün olsa bile bağımlılık gibi bir takım olumsuzlukları beraberinde getirebileceği göz önünde bulundurulması gereken konular arasında yer almaktadır. Aynı şekilde bu teknolojilerin aşırı kullanımı fiziksel hareketsizlik gibi sorunlara da yol açabilir. Bu durum da başta kardiyovasküler hastalıklar ve obezite gibi çok sayıda hastalık açısından önemli bir risk faktörüdür. Dünya sağlık örgütü 2016 raporuna göre, Türkiye obezite açısından dünya genelinde 17. sıradadır. Yetişkinlerin %32,1'inde obezite görülmektedir. OECD (İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı) ülkeleri içerisinde ise Amerika Birleşik Devletlerinden sonra en çok obezitenin görüldüğü ikinci ülkedir (76). Dolayısıyla bu tür sağlık problemlerin artması da olası bir sorun olarak ifade edilebilir.

## 6. SONUÇ

Teknoloji, internet ve sağlık hizmetlerini birleştirmenin faydalarından yararlanmak amacıyla sağlık hizmetlerinin önderleri, hükümetler ve yüksek teknoloji sektöründeki liderler tarafından çok sayıda e-sağlık girişimi gerçekleştirilmektedir. Bu anlamda e-sağlık yeteneklerinin geliştirilmesi, tıp ve teknolojinin buluşmasını sağlarken son yıllarda birçok alanda yaşanan zorlukların üstesinden gelinmesini de olanaklı kılmaktadır. Bu imkânların başında tüketicilerin bilgilerini çevrimiçi olarak elde etme, görüntüleme veya bunlarla

---

etkileşime girme yeteneği ile elektronik veri alışverişi için gelişmiş olanaklar gelmektedir. Başka bir deyişle, hizmet sunucuları hastalarıyla ve birbirleriyle daha verimli ve genel sağlık hizmeti deneyimini olumlu yönde etkileyecek daha doğru bilgilere erişim sunabilecek yollarla iletişim kurabilecektir. Bu alandaki literatür elektronik sistem ve süreçlerin sağlık hizmetleri uygulamalarına erişimi artırabileceğini, kullanıcıların bilgi alışverişini kolaylaştırabileceği ve sağlık hizmetini daha iyi sunmak için zaman, mesafe ve bilgi ile ilişkili ayrımı çökertebileceğini göstermektedir (12).

Bu çalışmada sağlıkla ilgili teknolojilerin genel gelişimine kısaca değinilmiş, ardından metaverse kavramı ve ilgili diğer kavramlar irdelenmiştir. Ardından metaverse teknolojisinin sağlık sektörü açısından vaat ettiği yenilik ve gelişmelere yer verilmiş, son olarak da metaverse teknolojisinin sağlık sektöründe yer edinme durumunun önündeki engeller ve çeşitli riskler açıklanmıştır.

Metaverse teknolojisi sağlık sektöründe birçok farklı açıdan çok çeşitli gelişmelere yol açma potansiyeli olan bir teknolojidir. Bu teknolojinin ortaya koymayı vaat ettiği gelişmeler, gerçekleşmesi durumunda sağlık hizmetleri sunumu ve yönetiminde yeni bir çağın başlaması anlamına dahi gelebilecektir. Öte yandan bu teknolojinin vaat ettiklerini gerçekleştirmesinin önünde çok ciddi engeller olduğu da aşikârdır. Bu nedenle, vaatlerin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği, bu engellerin aşılması ve teknolojik gelişim tahminlerinin doğru bir şekilde yapılmış olmasına sıkı sıkıya bağlıdır. Dolayısıyla günümüzde sıklıkla kullanılan ve sağlık alanında da sıklıkla tartışılmaya başlanmış olan bu teknoloji çığır açıcı bir etkide bulunma potansiyelinin yanı sıra beklentilerin gerçekleşmediği bir teknoloji olarak da karşımıza çıkabilecektir.

Bu derleme, sağlık alanında kullanılabileceği ifade edilen metaverse teknolojisinin, günümüzün şartlarında kullanılan teknolojilerden yola çıkarak ele alınması çerçevesinde olası bir takım kullanım alanlarını ortaya koymuştur. Aynı zamanda çalışma kapsamında metaverse teknolojisinin kullanımının önündeki engeller ve zorluklara da yine günümüzün teknolojik imkânları çerçevesinde yer verilmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, hazırlandığı dönemde literatürde yer alan bilgiler ve mevcut teknolojiler ile sınırlı bir noktada tahminlere yer vermektedir. Gelecek çalışmalarda burada bahsedilen olanakların ve engellerin daha detaylı olarak irdelenmesi, zorlukların üstesinden gelinecek teknolojiler geliştirildikçe konunun yeniden ele alınması, kolaylaştırıcı faktörlerin kullanılması ve engellerin ortadan kaldırılması

---

ile ilgili konulara yer verilmesi, metaverse teknolojisinin kullanımını kolaylaştıracak yeni teknolojiler geliştikçe, bu alandaki olanakların yeni teknolojilerin imkânları da eklenerek irdelenmesi gerektiği ifade edilebilir.

## **KAYNAKÇA**

- 1.King K. Pazarlamada yapay zeka kullanımı. (S. Arslanpay, Çev.) İstanbul: TheKitap, 2020a.
- 2.Resmi Gazete. Uzaktan Sağlık Hizmetlerinin Sunumu Hakkında Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/02/20220210-2.htm>, 2022.
- 3.Kılıç T. e-Sağlık, iyi uygulama örneği; Hollanda. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2017; 6(3): 203-217.
- 4.Sargutan E. Sağlık teknolojisi yönetimi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2005; 8(1): 113-144.
- 5.King B. Augmented (Artırılmış gerçeklik): Akıllı Dünyada Yaşam. (Z. H. Akman, Dü., & K. Balaban, Çev.) İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri, 2020b.
- 6.DSÖ, Sağlık Teknolojileri (Health Technologies). [Erişim Tarihi: 04 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/health-technologies-and-medicines/health-technologies>
- 7.Aydın S, Köse İ. Sağlıkta teknolojik dönüşüm. Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, 2021; 59: 6-9.
- 8.Mace A. 9 Health Technologies Every Executive Should Be Excited About in 2022. [Erişim Tarihi: 4 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://healthcareweekly.com/health-technologies/>
- 9.Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): a systematic review of published definitions. Journal of Medical Internet Research, 2005; 7(1) e1: 1-12.
- 10.Eysenbach G. What is e-health?. Journal of Medical Internet research, 2001; 3(2): e20.
- 11.Maheu MM, Whitten P, Allen A. E-Health, Telehealth, and Telemedicine: A Guide to Startup and Success, 1st Edition, San Francisco: Jossey-Bass Inc., A Wiley Company, 2001.

- 
- 12.CMS – Centers for Medicare & Medicaid Services. E-Health General Information. [Erişim Tarihi: 4 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.cms.gov/Medicare/E-Health/EHealthGenInfo>
- 13.DSÖ, Using e-health and information technology to improve health. [Erişim Tarihi: 4 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.who.int/westernpacific/activities/using-e-health-and-information-technology-to-improve-health>
- 14.Toygar ŐA. E-sağlık uygulamaları. Yasama Dergisi, 2018; (37): 101-123.
- 15.Singhal A, Cowie M. What is eHealth?, e-Journal of Cardiology Practice, 2020; 18. Erişim Adresi: <https://www.escardio.org/Journals/E-Journal-of-Cardiology-Practice/Volume-18/what-is-e-health>
- 16.DSÖ, mHealth: new horizons for health through mobile technologies: New horizons for health through mobile technologies. Global Observatory for eHealth Series, Volume 3, 2011.
- 17.Xu S, Jayaraman A, Rogers JA. Skin sensors are the future of health care. Nature, 2019; 571: 319-321.
- 18.Thinktech STM. İleri sağlık teknolojileri ı-akıllı sağlık uygulamaları ve veri analizi ile sağlık sorunlarını tanımlamak, Araştırma Raporu, 2019.
- 19.Rooij TV, Marsh S. eHealth: past and future perspectives. Personalized Medicine, 2016; 13(1): 57–70.
- 20.Davis A, Murphy J, Owens D, Khazanchi D, Zigurs I. Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. Journal of the Association for Information Systems, 2009; 10(2): 90-118.
- 21.Dionisio J, Burns III, W, Gilbert R. 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities. ACM Computing Surveys, 2011; 45 (3): 1-38.
- 22.Allbeck J, Badler N. Avatars a la Snow Crash. Proceedings Computer Animation '1998, Philadelphia, University of Pennsylvania, ABD, 1998: 19-24.
- 23.Cline E. Ready player one. Ballantine Books, 2011.
- 24.Steven Spielberg. OASİS. Warner Bros. Pictures, 2018.

- 
25. Henry K, Lento TV. Competing for the future. New York: Cambridge University Press, 2017.
26. Özrili, Y. Olmayan müze: kripto sanat. *Turizm Çalışmaları Dergisi*, 2021; 3 (1): 1-14.
27. Chohan UW. Non-fungible tokens: Blockchains, scarcity, and value. *Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers*, 2021.
28. Ayan B. Dijital varlık sözlüğü. İstanbul: Turkuvaz Haberleşme ve Yayıncılık A.Ş., 2021.
29. Sharma N, Shamkuwar M, Singh I. The history, present and future with IoT. In: Balas V, Solanki V, Kumar R, Khari M, eds. *Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation*. Intelligent Systems Reference Library, vol 154. Springer, Cham., 2019.
30. Pal, A, Mukherjee, A, Dey S. Future of healthcare—sensor data-driven prognosis. In: Prasad R, Dixit S, eds. *Wireless World in 2050 and Beyond: A Window into the Future!* Springer, Cham., 2016: 93-109.
31. Schollmeier R. A Definition of Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-to-Peer Architectures and Applications. *Proceedings of First International Conference on Peer-to-Peer Computing*, Linköping, Sweden, 2002: 101-102. doi:10.1109/P2P.2001.990434
32. Khalilov MCK, Gündebahar M, Kurtulmuşlar İ. Bitcoin ile Dünya ve Türkiye'deki Dijital Para Çalışmaları Üzerine Bir İnceleme. *19. Akademik Bilişim Konferansı*, Aksaray, Türkiye 2017.
33. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. [Erişim Tarihi: 1 Haziran 2022). Erişim Adresi: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
34. Yıldırım M. Blok zincir teknolojisi, kripto paralar ve ülkelerin kripto paralara yaklaşımları. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2019; 10(20): 265-277.
35. Arıcı T, Kitapçı H, Fidan E. Değişim çağında yeni nesil para: Kripto paraların avantaj ve dezavantajlarına yönelik inceleme. *Holistic Economics*, 2022; 1(1): 11-19.
36. Mattke J, Maier C, Reis L. Is cryptocurrency money? Three empirical studies analyzing medium of exchange, store of value and unit of account. *Proceedings of the 2020 on Computers and People Research Conference*, Nuremberg, Almanya, 2020.



---

37.Coin Market Cap, [Erişim Tarihi: 25 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://coinmarketcap.com>

38.Brynjolfsson E, McAfee A. Yapay zekanın vaat ettikleri. İçinde: Dijital dönüşüm yapay zeka (L. Göktem, Çev.). İstanbul: Optimum Basım, 2020: 19-57.

39.Kaplan A, Haenlein M. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 2019;62(1): 15-25.

40.Küçükşabanoğlu Z, Kılıç V, Özdemir Ş. AIPA Gelecek Araştırması: Toplumda Yapay Zeka Algısı kantitatif araştırma raporu. Yapay Zeka Politikaları Derneği (AIPA), 2021

41.Wilson JH, Daugherty, PR. İşbirliğine Dayalı Zeka: İnsanlar ile Yapay Zeka Güçlerini Birleştiriyor. *Yapay Zeka*. (N. Özata, Çev.). İstanbul: Optimist Yayın Grubu. 2020: 177-198.

42.Porter, ME, Heppelmann, JE. Artırılmış Gerçeklik Stratejisine Neden Her Organizasyonun İhtiyacı Vardır?. *Yapay Zeka*. (N. Özata, Çev.) İstanbul: Optimist Yayın Grubu. 2020: 77-111.

43.Zheng JM, Chan KW, Gibson I. Virtual reality. *Ieee Potentials*, 1998; 17(2): 20-23.

44.Coutrix C, Nigay L. Mixed reality: a model of mixed interaction. In *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, 2006; 43-50

45.Sauer IM, Queisner M, Tang P, Moosburner S, Hoepfner O, Horner, R, ve ark. Mixed reality in visceral surgery: development of a suitable workflow and evaluation of intraoperative use-cases. *Annals of surgery*, 2017; 266(5): 706-712.

46.Kaplan AD, Cruit J, Endsley M, Beers SM, Sawyer BD, Hancock, PA. The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: A meta-analysis. *Human factors*, 2021; 63(4): 706-726.

47.Cheng R, Wu N, Chen S, Han, B. Will metaverse be nextg internet? vision, hype, and reality. *arXiv preprint arXiv:2201.12894*, 2022

48.Yılmaz F, Mete AH, Fidan Türkön B, İnce Ö. Sağlık Hizmetlerinin Geleceğinde Metaverse Ekosistemi ve Teknolojileri: Uygulamalar, Fırsatlar ve Zorluklar. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 2022; 6(1): 1-22.

---

49.Engadget. Intel wants to use AI to reconnect damaged spinal nerves. [Erişim tarihi: 26 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.engadget.com/2019-10-03-intel-brown-university-ai-paralysis-treatment.html>

50.Neuralink. About – Neuralink. [Erişim tarihi: 2022, 02 21]. Erişim Adresi: <https://neuralink.com/about/>

51.Ju Hyun J. A study on education utilizing metaverse for effective communication in a convergence subject. International Journal of Internet, Broadcasting and Communication, 2021;13(4): 129-134.

52.Duan YY, Zhang JY, Xie M, Feng XB, Xu S, Ye ZW. Application of virtual reality technology in disaster medicine. Current medical science, 2019; 39(5): 690-694.

53.Trost Z, France C, Anam M, Shum, C. Virtual reality approaches to pain: toward a state of the science. Pain, 2021; 162(2): 325-331.

54.Altunbudak N. Metaverse Sağlıkta Neleri Değiştirecek. [Erişim Tarihi: 4 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.saglikteknoloji.com/saglikta-metaverse-neleri-degistirecek/>

55.von Grätz P. Solutions for Individual Patients. [Erişim Tarihi: 5 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.siemens-healthineers.com/perspectives/mso-solutions-for-individual-patients.html>

56.Domínguez-Télliz P, Moral-Muñoz JA, Salazar A, Casado-Fernández E, Lucena-Antón D. Game-based virtual reality interventions to improve upper limb motor function and quality of life after stroke: Systematic review and meta-analysis. Games for Health Journal, 2022; 9(1): 1-10.

57.Segawa T, Baudry T, Bourla A, Blanc JV, Peretti CS, Mouchabac S ve ark (2020). Virtual reality (VR) in assessment and treatment of addictive disorders: A systematic review. Frontiers in neuroscience, 2020: (13)1409: 1-14.

58.Vallentin-Holbech L, Dalgaard Guldager J, Dietrich T, Rundle-Thiele S, Majgaard G, Lyk P, ve ark. Co-creating a virtual alcohol prevention simulation with young people. International journal of environmental research and public health, 2020; 17(3): 1-12.

- 
- 59.Gao Z, Lee JE, McDonough DJ, Albers C. Virtual reality exercise as a coping strategy for health and wellness promotion in older adults during the COVID-19 pandemic. *Journal of clinical medicine*, 2020; 9(6). doi:10.3390/jcm9061986
- 60.Seifert, A. Schlomann A. The use of virtual and augmented reality by older adults: Potentials and challenges. *Frontiers in Virtual Reality*, 2021; 2 (639718). <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.639718>
- 61.Mazza M, Kammler-Sücker K, Leménager T, Kiefer F, Lenz B. Virtual reality: a powerful technology to provide novel insight into treatment mechanisms of addiction. *Translational Psychiatry*, 2021; 11(1): 1-11.
- 62.Hur, JW, Shin H, Jung D, Lee HJ, Lee S, Kim, GJ, ve ark. Virtual reality–based psychotherapy in social anxiety disorder: fMRI study using a self-referential task. *JMIR Mental Health*, 2021; 8(4) e25731. doi: 10.2196/25731 .
- 63.Thangavelu K, Hayward JA, Pachana NA, Byrne GJ, Mitchell LK, Wallis, GM ve ark. Designing virtual reality assisted psychotherapy for anxiety in older adults living with Parkinson’s disease: Integrating literature for scoping. *Clinical Gerontologist*, 2022; 45(2): 235-251.
- 64.Matsangidou M, Otkhmezuri B, Ang CS, Avraamides M, Riva G, Gaggioli A, ve ark. “Now i can see me” designing a multi-user virtual reality remote psychotherapy for body weight and shape concerns. *Human–Computer Interaction*, 2022; 37(4): 314-340.
- 65.Hoxhallari E, Behr IJ, Bradshaw JS, Morkos MS, Haan PS, Schaefer MC., ve ark. Virtual reality improves the patient experience during wide-awake local anesthesia no tourniquet hand surgery: a single-blind, randomized, prospective study. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2019; 144(2): 408-414.
- 66.Boyce L, Jordan C, Sivaprakasam R. 217 Can Virtual Reality Enhance the Patient Experience During Awake Invasive Procedures? a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *British Journal of Surgery*, 2022; 109(Supplement\_1). <https://doi.org/10.1093/bjs/znac040.019>.

---

67.Clerc PG, Arneja JS, Zwimpfer CM, Behboudi A, Goldman, RD. A randomized controlled trial of virtual reality in awake minor pediatric plastic surgery procedures. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2021; 148(2): 400-408.

68.Liv Hospital. Metaverse Evreninde Gastroenteroloji Alanının İlk Bilimsel Toplantısı. [Erişim Tarihi: 04 Şubat 2022]. Erişim Adresi: <https://www.livhospital.com/haberler/metaverse-evreninde-gastroenteroloji-alaninin-ilk-bilimsel-toplantisi>

69.Ley P, Llewelyn S (1995). Improving patients' understanding, recall, satisfaction and compliance. . In: Broome, A, Llewelyn S, eds. *Health Psychology*. Boston, MA: Springer, 1995

70.Chandra S, Mohammadnezhad M, Ward P. Trust and Communication in a Doctor- Patient Relationship: A Literature Review. *Journal of Healthcare Communications*, 2018; 3(36), 1-6.

71.Akbolat M, Ünal Ö, Amarat M. Hasta-Hekim İletişiminin Hasta Memnuniyetine Etkisi, VII. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series, 2018

72.Deniz S, Akbolat M, Çimen M, Ünal Ö. The mediating role of shared decision-making in the effect of the patient–physician relationship on compliance with treatment. *Journal of Patient Experience*, 2021; 8: 1-5

73.Gogia SB, Maeder A, Mars M, Hartvigsen G, Basu A, Abbott P. Unintended Consequences of Tele Health and their Possible Solutions. *Yearbook of Medical Informatics*, 2016; 25(01), 41–46

74.Jamir L, Duggal M, Nehra R, Singh P, Grover S. Epidemiology of technology addiction among school students in rural India. *Asian journal of psychiatry*, 2019; 40: 30-38.

75.Ektiricioğlu C, Arslantaş H, Yüksel R. Ergenlerde çağın hastalığı: Teknoloji bağımlılığı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 2020; 29(1); 51-64.

76.ProCon/Encyclopaedia Britannica. Most Obese Countries in the World. [Erişim tarihi: 26 Haziran 2022]. Erişim Adresi: <https://obesity.procon.org/global-obesity-levels/>

