

-DERLEME MAKALESİ-

METAVERSE TEKNOLOJİLERİ VE ETKİ ALANLARI*

Mevlüt Hürol METE¹

Dr.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

E-mail: hurol.mete@sanayi.gov.tr

ORCID ID: 0000-0002-7288-3434

Öz

Gelişen iletişim teknolojileri dünyayı dönüştürmüş, günlük hayatı farklı hale getirmiştir. Son kullanıcılar açısından, sırasıyla kişisel bilgisayarların, internetin ve mobil cihazların tanıtılması etrafında odaklanan üç büyük teknolojik yenilik dalgası kaydedilmişti. Günümüzde ise, dördüncü yenilik dalgası, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi uzaysal, sürükleyici teknolojiler etrafında gelişmekte ve bugünün en büyük potansiyele sahip teknolojilerinden biri olarak kabul edilen Metaverse evrenini insanlığın hizmetine sunmaya hazırlanmaktadır. Bu çalışmadaki temel amaç, metaverse teknolojisinin, hayatımızı ne şekilde etkilediğini ele almak ve geleceğe yönelik bir projeksiyon tutmaktır. Bu bağlamda, son birkaç yıl içerisinde literatürde yer bulan çalışmalar incelenerek, Metaverse ile ilgili araştırmalar derlenmiştir. Çalışmadaki temel tartışma konusu metaverse teknolojileri ile birlikte hayatımızın hangi yöne evrildiğini tespit etmek, Metaverse'in sosyal ve ekonomik alandaki etki alanlarını ortaya koymaktır. Buna göre Metaverse ile birlikte sanal dünya ve gerçeklik arasındaki sınırların erimeye başladığını ve bu durumun hayatlarımızı pek çok yönden etkileyeceğini söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Sanal Dünya, Genişletilmiş Gerçeklik, Gelecek Teknolojiler.

Alan Tanımı: Teknoloji ve Yenilik Yönetimi, Bilişim Sistemleri

* Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

¹ **Sorumlu Yazar:** hurol.mete@sanayi.gov.tr

Atıf (APA): Mete, M.H. (2022), Metaverse Teknolojileri ve Etki Alanları, Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 14 (2): 155-171.

Lisans: Bu makalenin kullanım izni Creative Commons Attribution-NoCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND3.0) lisansı aracılığıyla bedelsiz sunulmaktadır.

METAVERSE TECHNOLOGIES AND AREAS OF INFLUENCE

Abstract

Developing communication technologies have transformed the world and made daily life different. For end users, three major waves of technological innovation were noted, centered around the introduction of personal computers, the Internet, and mobile devices, respectively. Today, the fourth wave of innovation is developing around spatial, immersive technologies such as virtual reality (VR) and augmented reality (AR), and is preparing to put the Metaverse, which is considered one of the technologies with the greatest potential, to the service of humanity. The main purpose of this study is to consider how Metaverse technology affects our lives and to keep a projection for the future. In this context, the studies on Metaverse have been compiled by examining the qualified studies in the literature in the last few years. The main subject of discussion in the study is to determine the direction in which our lives have evolved with Metaverse technologies, to reveal the social and economic spheres of influence of Metaverse. Accordingly, it is possible to say that the boundaries between the virtual world and reality have begun to melt with the Metaverse, and this situation will affect our lives in many ways.

Keywords: *Metaverse, Virtual World, Extended Reality, Future Technologies.*

JEL Codes: *M15, O32*

1. GİRİŞ

Yeni teknolojilerin entegrasyonu ve internet uygulamaları ile birlikte insanların iletişim kurma şekli sürekli olarak gelişmektedir. Gelişen iletişim teknolojileri dünyanın diğer ucunda bulunan bir kişiye anında ulaşmayı sağlamış ve yakın zamana kadar imkânsız olarak görülen birçok şeyi mümkün hale getirmiştir. Bu gelişmelerden günümüzde belki de en önemlisi Metaverse teknolojisidir. Metaverse, bugün bildiğimiz internetin ötesine geçen dijital bir evrendir. Bu evren, insanların keşfedebilecekleri ve farklı etkinliklere katılabilecekleri üç boyutlu sanal bir dünya sunmaktadır. Metaverse, zengin kullanıcı etkileşimi için yerler sunan (dijital/fiziksel) bir ortam olarak tanımlanabilir. Buna göre, Metaverse'in ana hibrit özelliği sanal ve fiziksel dünyalar arasında iki yönlü bir bağlantıdır (Riva v.d., 2021).

Doğal dünyanın bir simülasyonu olarak tasarlanan Metaverse, insan ve toplumla ilgili tüm alanları kapsayarak sağlıktan spora, eğitimden sanata tüm alanlarda araştırmacılara benzersiz bir çalışma platformu sunmaktadır (Narin, 2021).

Metaverse'in kendisi, internet kullanıcılarının yakın gelecekte dijital bir dünyada yaşayacakları sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin çeşitli unsurlarının bir birleşimidir (Amirulloh ve Mulqi, 2022). Metaverse'in sanal dünyanın yeniliklerini getirmesi ile dijital oyunların içeriğini, eğitim araçlarını, emtia ticaretini, yapay zekâyı, blokzinciri ve diğer endüstriyel zincirleri geliştirmesi beklenmektedir.

Araştırmacıların Metaverse konusuna artan ilgisine rağmen, literatürde Metaverse konusunda açıklayıcı ve kapsamlı çalışmalar az sayıdadır. Ancak özellikle son yıllarda blokzinciri teknolojisindeki gelişmeler, sensör teknolojisi, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin ilerlemesi ile bu durumun daha da artacağı düşünülmektedir (Damar, 2021a). Güler ve Savaş (2022) tarafından yürütülen araştırmaya göre, Metaverse ile ilgili çalışmaların özellikle pandemi sonrasında artış gösterdiği, özellikle oyun sektöründe kullanıldığı ve giderek artan şekilde farklı alanlara da uygulandığı tespit edilmiştir.

Metaverse günümüzde halen emekleme aşamasında olmasına rağmen, dünya için büyük bir dönüşüm potansiyeline sahiptir. Bugün birçok şirket, sanal etkileşimlerin yaygınlaşmasını sağlayacak donanım ve yazılımları geliştirmektedir. İnsanların başkalarıyla iletişim kurmasının yanı sıra sanal ortamlarda da çalışabildiği Metaverse fikri büyüdükçe, araştırmacılar Metaverse'in insanların günlük yaşamlarını nasıl etkileyebileceğini artık ciddi olarak araştırmaktadır (Babu ve Mohan, 2022).

Bu çalışma, Metaverse'in altyapısını oluşturan teknolojilere ve bu teknolojiler ile birlikte gelen yeniliklerin dünyada sosyal ve ekonomik alanda yapacağı etkilere odaklanmaktadır. Bunun için ağırlıklı olarak son birkaç yıl içerisinde uluslararası alanda yürütülmüş çalışmalar incelenmiştir. Makalenin amacı, bugün en popüler teknolojilerden birisi olan Metaverse'in etki alanlarını tespit etmek, Metaverse teknolojilerinin hayatlarımızı nasıl şekillendirdiğini anlayabilmek ve geleceğine ilişkin çıkarımlar yapabilmektir. Yöntem olarak Google Scholar uygulaması üzerinden belirli anahtar kelimeler ile tespit edilen yayınlar incelenmiş ve bu yayınlardan elde edilen veriler derlenmiştir. Yayınlarla dayalı analizler yoluyla bu çalışma, Metaverse'in çeşitli alanlardaki potansiyelini ve etkilerini araştırmaktadır. Bu çalışmada, bilgiler yalnızca farklı yayınlarda bulunan ikincil kaynaklardan elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde Metaverse ile ilgili kavramsal çerçeve çizilmekte, üçüncü bölümde, Metaverse altyapısı ve teknolojik bileşenleri ele alınmakta, dördüncü bölümde ise Metaverse'in kullanım ve etki alanları hakkında bilgiler

sunulmaktadır. Son bölümde ise Metaverse'in geleceğine ilişkin çıkarımlar ve genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

2. METAVERSE KAVRAMI

“Metaverse” terimi ilk olarak 1992 yılında bilim kurgu romanları yazarı Neal Stephenson tarafından “Snow Crash” isimli siberpunk romanında kullanılmıştır (Damar, 2021a). Bu romanda, fiziksel dünyadaki insanlar, dijital avatarlar (kullanıcının fiziksel benliğine benzer şekilde) aracılığıyla Metaverse (paralel bir sanal dünya) girer ve sanal gerçeklik ekipmanı aracılığıyla orada yaşarlar (Wang v.d., 2022). Stephenson'ın bilim kurgu kar kazası, insanların gerçek dünyadan farklı bir hayat yaşayabileceği, gerçek dünyaya paralel bir dünyayı tanımlamıştır (Huang v.d., 2022).

Ülkemizde hâlihazırda Metaverse teriminin Türkçe bir karşılığı bulunmamakta, Türk Dil Kurumu sözlüğünde de Metaverse için bir tanım yer almamaktadır. “Meta” ve “universe” sözcüğünün son ekinin bir birleşimi olan Metaverse, tutarlı bir değer sistemine ve fiziksel dünyayla bağlantılı bağımsız bir ekonomik sisteme sahip, bilgisayar tarafından oluşturulan bir dünyadır (Wang v.d., 2022). Metaverse, sanal ve fiziksel dünyalar arasındaki iki yönlü etkileşim yoluyla, "bireylerin dijital ve dijital olarak geliştirilmiş fiziksel ortamlarda hareket etmelerine, iletişim kurmalarına ve mevcut olmalarına olanak tanıyan insan-bilgisayar etkileşiminin en gelişmiş biçimi olmayı" amaçlamaktadır (Riva v.d., 2021).

Genel olarak, Metaverse, fiziksel, insani ve dijital dünyaları harmanlayan, tamamen sürükleyici, hiper uzay-zamansal ve kendi kendini idame ettiren paylaşılan bir sanal alan olarak kabul edilir (Ning v.d., 2021).

Metaverse, fiziksel gerçekliği sanal gerçeklikle birleştiren çok kullanıcılı bir karma gerçeklik evrenidir. VR ve AR gibi teknolojiler, dijital nesnelere ve insanlarla çok-duyulu etkileşimleri mümkün kılan teknolojilerin yakınsamasına dayanır. Bu nedenle, Metaverse, çok kullanıcılı platformlarda birbirine bağlı ve birbiriyile bağlantılı sürükleyici ortamlar ağıdır (Mystakidis, 2022).

Metaverse, onu internetin yeni nesli yapan özelliklere sahiptir. Bu teknolojinin üç boyutlu uzayı sayesinde kullanıcıların gerçek varlığı ilişkilendirilmekte, etkileşim ve işbirliği imkanı sağlanmaktadır (Garavand ve Aslani, 2022). Park ve Kim'e göre (2022) ise Metaverse, avatarların politik, ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerde bulunduğu üç boyutlu bir sanal dünyayı ifade eder. Metaverse sisteminin karakteristikleri şu şekilde sıralanabilir (Siyayev ve Jo, 2021):

- Kimlik: Oyuncular, gerçek kimlikle ilgisi olmayan sanal bir kimliğe sahip olabilir.
- Arkadaşlar: Kullanıcılar gerçek veya yapay zekâ arkadaşlara sahip olabilir ve kullanıcılar onları gerçekte tanışalar da tanınmasalar da sosyalleşebilirler.
- Senkronizasyon: Metaverse'teki her şey, eşzamanlılık veya gecikme olmaksızın eşzamanlı olarak gerçekleşir ve deneyim mükemmeldir.
- Çeşitlendirme: Metaverse, oyun yöntemleri, aksesuarlar vb. dâhil olmak üzere zengin ve farklılaştırılmış içerik sağlayabilir.
- Heryerdelik: Kullanıcılar, yer kısıtlaması olmaksızın her zaman, her yerde Metaverse'te oturum açabilir.
- Ekonomik sistem: Herhangi bir karmaşık büyük ölçekli oyun gibi, Metaverse'in de ekonomik sistemi olmalıdır.
- Medeniyet: İnsanlar benzersiz bir sanal medeniyet ve dijital medeniyet yaratmak için bir araya gelirler.

İlk ortaya çıkışından bu yana, Metaverse kavramı, ikinci yaşam, üç boyutlu sanal dünyalar ve yaşam günlüğü gibi çeşitli tanımlamalarla hala gelişmektedir. Gelişen Metaverse teknolojileri ile birlikte bu tanımlamaların kapsamının da genişlemesi muhtemeldir.

3. METAVERSE ALTYAPISI VE İLGİLİ TEKNOLOJİLER

Bilgisayar bilimi yenilikleri, insan etkileşimini, iletişimi ve sosyal işlemleri değiştirip zenginleştirdikleri için günlük yaşamda önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, internetin teknolojik başarılarından birisi Metaverse teknolojisidir. İnternet kullanıcıları kolay, güvenli ve hızlı bir şekilde etkileşime girebilir. Metaverse teknolojisinin, internetin geleceği olacağı tahmin edilmektedir (Amirulloh ve Mulqi, 2022). Metaverse kavramı, evreni aşma düşüncesinden, gerçek dünyaya paralel çalışan insan yapımı bir uzaya doğru evrilmiştir. Metaverse perspektifinin arka planında internet, görüntüleme teknolojileri, blokzinciri, yapay zekâ, interaktif teknolojisi, ağ ve hesaplamalar vardır (Huang v.d., 2022).

Metaverse, çeşitli yeni teknolojileri entegre eden yeni bir internet uygulaması ve sosyal form türüdür. Artırılmış gerçeklik teknolojisine dayalı sürükleyici bir deneyim sunar, dijital ikiz teknolojisine dayalı gerçek dünyanın ayna görüntüsünü oluşturur, blokzinciri teknolojisine dayalı bir ekonomik sistem kurar ve sanal dünya ile gerçek dünyayı ekonomik sisteme, sosyal sisteme ve her kullanıcının

içerik üretmesine ve dünyayı düzenlemesine izin veren kimlik sistemine sıkı bir şekilde entegre eder (Ning v.d., 2021).

Nevelsteen'e göre (2018), 5G ağları, değiştirilemez token (NFT), blokzinciri vb. teknolojilerin hızlı gelişimi ve büyük sermaye yatırımının neden olduğu ekonomik arz fazlalığı, doğal olarak teknolojiyi daha rafine hale getirebilecek ve harcanacak parayı uygun hale getirebilecek bir teknolojiyi geliştirecektir. Metaverse, kısa sürede hızlı bir şekilde büyüyecek olan bu yeni teknolojileri birbirine bağlayabilen çekirdek bir teknolojidir.

Bir diğer önemli teknoloji, gerçek dünya nesnesinin beklenen davranışını tahmin etmek için gerçek dünya verilerini kullanarak gerçek dünya nesnesinin sanal ikizini oluşturan dijital ikizdir. Metaverse'te dijital ikiz, gerçek dünyayı sanal dünyaya yansıtabilir. Buna uygun olarak, Metaverse, gerçek dünyadaki çözülmemiş sorunlara bazı deneme çözümleri de bulabilir (Gadekallu v.d., 2022). Dijital ikiz teknolojisi gerçek dünyanın ayna görüntüsünü üretir, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik sürükleyici üç boyutlu deneyimi sağlar, 5G ve ötesi, devasa Metaverse cihazları, giyilebilir sensörler ve beyin-bilgisayar arayüzü (BCI) için ultra yüksek güvenilir ve ultra düşük gecikme süreli bağlantılar sunar ve böylece kullanıcı/avatar etkileşimini mümkün kılar. Yapay zekâ, büyük ölçekli Metaverse oluşturmayı sağlar, blokzinciri ve NFT, Metaverse varlıkları için özgün hakların belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Wang v.d., 2022).

Metaverse'in gerçekleştirilmesi için en önemli teknoloji, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) dâhil olmak üzere genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojisidir. AR, dijital bilgileri fiziksel ortama bindirebilir ve üst üste getirebilirken, VR, kullanıcıların dijital dünyayı canlı bir şekilde deneyimlemelerine olanak tanır (Koutitas v.d., 2021). Zihinde yaratılan tüm hayal gücü ve fantezi sanal gerçeklik olarak kabul edilebilir. İnternetin sağladığı "sanal gerçeklik" temelde bu sanal gerçekliğin pekiştirilmesine katkı sağlamaktadır (Medeni v.d. 2008).

Park ve Kim'e (2022) göre ise Metaverse, artırılmış gerçeklikten ve sanal gerçeklikten üç şekilde farklıdır. Birincisi, VR ile ilgili çalışmalar fiziksel bir yaklaşıma ve işlemeye odaklanırken, Metaverse daha sürdürülebilir içerik ve sosyal anlam içeren bir hizmet olarak güçlü bir yöne sahiptir. İkincisi, Metaverse AR ve VR teknolojilerini her zaman kullanmayabilir. Platform VR ve AR'yi desteklemese bile Metaverse uygulaması olabilir. Son olarak, Metaverse, sosyal anlamı güçlendirmek için çok sayıda insanı barındırabilecek ölçeklenebilir bir ortama sahiptir (Park ve Kim, 2022). Birçok sıradan etkileşimin ve işlemin altında

yatan genişletilmiş veya artırılmış gerçeklik uygulamaları, Metaverse için başarıyı belirleyen özellik olabilir (Jungherr ve Schlarb, 2022). Anderson ve Rainie tarafından yürütülen araştırmada (2022), konuyla ilgili uzmanların önemli bir kısmı, 2040 yılına kadar insanların günlük yaşamlarında genişletilmiş gerçekliğin benimsenmesinin, bugün birçok insanın tanımladığı daha tam kapsamlı sanal gerçeklik dünyalarında değil, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik araçları etrafında odaklanacağını savunmaktadır.

Standardizasyon, Metaverse'in hayati bir özelliğidir. Ekipmanlar ve bunların özellikleri, farklı Metaverse'lerin birbirleriyle etkileşime girebilmesi için bir standarda göre yapılandırılmıştır (Xi v.d., 2022; Akt. Garavand ve Aslani, 2022). Metaverse aslında, görünümdeki her ögenin potansiyel bir bilgi gölgesine, bir geçmişe ve standart arayüzler aracılığıyla erişilebilen bir varlığa sahip dünyalar sunan artırılmış gerçeklik senaryosudur. Durumu değiştirebilen (açılıp kapatılabilen, görünümü değiştirebilen vb.) çoğu öge kablosuz ağ aracılığıyla kontrol edilebilir ve bugün pasif durumda olan birçok nesne artırılmış gerçeklik senaryosunda etkileşimli hale getirilebilir (Basil, 2022). Bu bağlamda, beşinci nesil (5G) ve altıncı nesil (6G) kablosuz iletişim teknolojileri, Metaverse'in iletişim temelidir. 5G, Metaverse'i gerçekleştirmeyi mümkün kılan yüksek hız, düşük gecikme, her yerde bulunan ağ, düşük güç tüketimi ve her şeyin ara bağlantısı gibi avantajlara sahiptir. 6G ise, zaman ve sanal gerçekliğin sınırlarını kırarak, fiziksel dünyadaki insanlardan ve makinelerden hizmet nesnelerini sanal dünyanın "çevresine" genişletecek ve insan-makine-nesne-çevre arasındaki işbirliğini gerçekleştirecektir. 5G ve 6G ağ ortamında kuantum iletişimi, Metaverse'te iletişim güvenliğini sağlamaktadır (Ning v.d., 2022).

Metaverse içinde yapay zekâ bir diğer önemli ve kritik teknolojidir. Avatarların otonom hareket etmelerini oluşturulan senaryolarda avatarların yapay zekâ unsurları ile davranışlarını sürdürmesine imkân tanımaktadır (Damar, 2021b). Yapay zeka ve genişletilmiş gerçekliğin (XR) yakınsaması, Metaverse içindeki gerçek dünyayı sanal nesnelere bağlayarak davranışları atama ve olayları anlamının bir sonraki aşamasını sağlayacaktır (Pearlman v.d., 2021).

4. METAVERSE: ETKİ ALANLARI

Metaverse, yeni nesil İnternet'in gelişen bir paradigması olarak, insanların oynaması, çalışması ve sosyalleşmesi için bir sanal ortak alan inşa etmeyi amaçlamaktadır. Genişletilmiş gerçeklik, yapay zekâ ve blokzinciri gibi yeni ortaya çıkan teknolojilerdeki son gelişmelerin yönlendirdiği Metaverse, bilim kurgudan yaklaşımakta olan bir gerçekliğe adım atmaktadır (Wang v.d., 2022).

Metaverse, dijital hizmetlerin alanını çevrimiçi erişimle standart sistemlerin ötesine taşıyabilecek bir sonraki dijital evrim aşamasıdır. Hizmetlerin dijitalleştirilmesi, son birkaç on yılda iş, eğlence, eğitim alanlarında verimliliği artırma aracı haline gelmiştir (Gadekallu v.d., 2022).

Son dönemde özellikle Kovid-19 pandemisi nedeniyle yüz yüze iletişim zorlaşırken, yalnızca çevrimdışı olabileceği düşünülen faaliyetler sanal gerçekliğe dönüştürülmekte ve eğitim, tıbbi bakım, turizm, moda ve çeşitli alanlara hızla yayılmaktadır (Kye v.d., 2021; Park ve Kim, 2022). Metaverse, kullanıcılar tarafından çalışmak, satış işlemleri yapmak, şehirler inşa etmek, şovlar izlemek ve oyunlar oynamak için kullanılacak birbirine bağlı sonsuz bir dijital dünyadır. Metaverse, gelecekte dijital iş dünyasını gerçekleştirmeye yönelik ilk adımdır (Amirulloh ve Mulqi, 2022).

Anderson ve Rainie tarafından (2022), toplam 624 kişi (teknoloji yenilikçisi, geliştiricisi, iş ve politika lideri, araştırmacı) ile yürütülen Metaverse'in gelecekteki etkisi hakkındaki araştırmaya göre katılımcıların %54'ü, 2040 yılına kadar Metaverse'in küresel olarak yarım milyar veya daha fazla insan için günlük yaşamın bir parçası olarak çok daha rafine, sürükleyici ve iyi işleyen bir yapıda olacağını beklemektedir (Anderson ve Rainie, 2022).

VR/AR donanım, içerik ve blokzinciri endüstrileri gelişmeye ve olgunlaşmaya devam ederken, "Metaverse" gelecek vaat eden niteliği nedeniyle sermaye sektöründe hızla popülerlik kazanmakta ve yatırım kurumlarının ve girişimcilerin dikkatini çekmektedir. Bir oyun platformu olan Roblox, New York Menkul Kıymetler Borsası'nda kote edilen ilk Metaverse konsept dijital oyun olmuş ve 40 milyar dolarlık değerlemesi teknoloji ve sermaye çevrelerinin dikkatini çekmiştir. Roblox'un borsada listelenmesinden Pico'nun Bytedance tarafından 1,3 milyar dolara satın alınmasına ve Facebook'un bir dizi hamlesine kadar, büyük sermaye şirketleri Metaverse'te sık sık hamleler yapmaktadır (Huang v.d., 2022).

Fiziksel dünyada var olan şirketler için, Metaverse kavramı her şeyden önce, özellikle genç yaştaki hedef gruplara doğrudan erişimi olan dev bir laboratuvarıdır. Metaverse'in sadece oyunlarla sınırlı olduğunu düşünmek ise dar görüşlülük olur. Metaverse her şeyi kapsayan bir etkiye sahip olabilir. Gelecekte sağlık hizmetlerinden tüketici ürünlerine, eğlence ve işletmeler arası teknik çözümlerden ödemelere kadar hemen hemen her sektörde ve şirketlerin "değer işlevlerinde" devrim yaratacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak, bu geleceği mümkün kılmak için tamamen yeni endüstriler, pazarlar ve kaynaklar ile yeni beceri türleri, meslekler ve sertifikalar oluşturulacaktır (Hollensen v.d., 2022).

Bununla birlikte, Metaverse'te, nihayetinde, önceden belirlenmiş bir görev olmadan kullanıcının istediği her şey mümkündür. Kullanıcılar, özgürlük kısıtı olmaksızın kültür sanat faaliyetlerine katılabilir, turist olarak dünyayı ve hatta uzayı gezebilir, gerçek dünyada deneyimleme imkanı olmayan şeyleri yapabilir, gidemeyeceği yerlere gidebilir. Metaverse içerisindeki her şey kullanıcının seçimine bağlıdır (Kye v.d., 2021).

Bu sanal dünyanın işleyişini sağlamak için insanlar, sanal ve ekran arasındaki mesafeyi kısaltan ve sanal dünyaya geçişini kolaylaştıran AR cihazlarının geliştirilmesi gibi çeşitli gerçeklik teknolojilerinin desteğine ihtiyaç duymaktadır. VR cihazlarının geliştirilmesi, insanların gerçek dünyanın fiziksel mesafesini aşmasını ve bağlantı kurmasını da kolaylaştırmaktadır. Ayrıca blokzinciri teknolojisi, unutulmazlık (unforgeability), izlenebilirlik (traceability) ve kalıcı tutma (persistent retention) özelliklerine sahip olduğundan, geleneksel yöntemlerin sahip olmadığı avantajlara sahiptir. Bu avantaj nedeniyle insanlar, Metaverse'in mevcut gelişimi için bir platform oluşturan bazı kripto para birimleri ve blokzinciri oyunları da dahil olmak üzere birçok blokzinciri uygulaması geliştirmişlerdir. Bu teknolojilerin desteğiyle Metaverse daha da geliştirebilir ve gerçekten kapsamlı ve zengin bir dünya oluşturabilir (Huang v.d., 2022). Blokzinciri teknolojisi, âdemi merkezîyetçilik ve Metaverse içindeki yeni endüstrilerin gelişimi ve yükselişi, ekonomik kalkınmayı etkin bir şekilde yönlendirebilir.

Metaverse sağlık alanında da önemli potansiyel uygulamalara sahiptir ve kullanımı hızla genişlemektedir. En önemli uygulamalardan bazıları yoğun bakıma ihtiyacı olan hastaların uzaktan izlenmesi, verilere erişim, klinik sonuçların daha iyi anlaşılması (kan şekeri ve kalp hızı izleme gibi) ve hastaların sanal takibidir. Tıbbi görüntülerde de Metaverse, görüntülemenin doğası ve kalitesindeki temel değişiklik nedeniyle birçok potansiyel uygulamaya sahiptir (Garavand ve Aslani, 2022).

Metaverse'in eğitim ve sağlık alanındaki potansiyeli, öğrencilerin tıp eğitiminde ve halk sağlığında bir devrim yaratabilir. Metaverse'in sağlık ve hasta bakımındaki başlıca avantajları; sanal gerçekliğin tıp eğitimindeki artan rolü, Metaverse'in dijital terapötik uygulamaları ve cerrahi prosedürlerde kullanılan artırılmış gerçekliktir (Kye v.d., 2022). Özellikle sağlık personelinin eğitiminde Metaverse, çeşitli avantajlar sunmaktadır. Deneyime dayalı, içeriğe ve senaryoya bağlı öğrenme, zengin ve kullanıcı etkileşimli içerik imkanı ve elde edilen bilginin sahada uygulanmasına yönelik simülasyon imkanları bu avantajlardan bazılarıdır (Damar ve Damar, 2021).

Metaverse, akıllı şehir uygulamaları için de kullanılabilir. Gerçekliğe paralel bir sanal dünya olarak Metaverse, akıllı bir şehir inşa etmek için de önemli bir araç olan dijital ikiz teknolojisini kullanır. Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel dünyayı dijital olarak haritalayabilir, insanlar, araçlar, nesnelere ve alan gibi kentsel verileri tam olarak yakalayabilir ve görünür, kontrol edilebilir ve yönetilebilir bir dijital ikiz şehir oluşturabilir. Kaynak kullanımının verimliliğini artırabilir, kentsel yönetim ve hizmetleri optimize edebilir ve vatandaşların yaşam kalitesini iyileştirebilir (Ning v.d., 2022).

Bunların yanında Metaverse'in diğer bir etki alanı, uzaktan ofis imkânı sağlayarak sanal toplantılara imkân vermesidir. Ayrıca dijital turizm ve dijital sergi ile ilgili yeni ufuklar açılabilir. Dijital ikiz teknolojisinin ve etkileşimli teknolojinin gelişimi, kullanıcıların zaman, mekân ve diğer faktörlerin sınırlamalarını aşmasına, dünyanın dört bir yanındaki doğal noktaları özgürce ziyaret etmesine ve sürükleyici bir deneyim elde etmesine olanak tanır. Metaverse'in inşası, öğrenme içeriğinin anlaşılmasını desteklemek için gerçekçi sahnelerin sürükleyici simülasyonu ile eğitimin desteklenmesine yardımcı olabilir. Metaverse, zaman ve mekân sınırlarını kırar ve insanlar arasındaki mesafeyi ortadan kaldırır. Metaverse'teki insanlar her zaman ve her yerde iletişim kurabilir. Metaverse, böylece çeşitli sosyal etkileşim biçimleri sağlayabilir (Narin, 2021; Ning v.d., 2022; Mystakidis, 2022).

Metaverse, web ve mobil internet devrimlerinden sonra, kullanıcıların dijital yerliler olarak yaşayabileceği ve sanallıkta alternatif bir yaşam deneyimleyebileceği yeni nesil internetin gelişen bir paradigması olarak kabul edilmektedir (Grider ve Maximo, 2021). Metaverse finans sektörü için de bugünlerde hayli popülerdir. 2022'de JP Morgan, sanal aslanın ziyaretçileri karşıladığı Metajuku alışveriş merkezinde sanal bir mağaza açan Metaverse'teki ilk banka olmuştur (Tayal v.d., 2022).

Literatürdeki birçok çalışma incelendiğinde, sanal gerçeklik teknolojilerinin askeriye, eğitim, spor, turizm, oyun, tıp, astronomi gibi geniş bir yelpazede kullanıldığını gözlemlemekteyiz (Kalkan, 2021). Metaverse geliştirilip sosyal medyadaki yeteneklerin kapsamını genişletmeyi amaçlamasına rağmen, diğer endüstriyel, ticari, toplumsal, eğitim, tıp, askeri ve devlet sektörleri için de potansiyeli çok büyüktür (Gadekallu v.d., 2022). Zaman ve mekan kavramlarını ortadan kaldıran Metaverse teknolojisi ile birlikte, artırılmış gerçeklik sistemlerini her türlü deneyime entegre etmek mümkün hale gelebilecektir. Gelecekte Metaverse, kullanıcıların belirli yerlere fiziksel olarak gitmeden sanal konferanslara, toplantılara ve etkinliklere katılmalarını sağlayabilir. Bu durum

maliyetleri azaltırken hızı ve verimliliği olumlu yönde etkileyecektir. Metaverse'in etkileyeceği en önemli alanlardan birisi de eğitim sektörüdür (Damar, 2021; Ning v.d. 2022; Kye v.d. 2022).

Eğitim sistemleri, teknik dersler yoluyla öğrencileri iş hayatına hazırlamak için çaba sarf etmektedir. Bununla birlikte, dijital oyunlarla, gündelik eğlencelerde bile yumuşak becerilerin öğretilmesine yardımcı olabilecek özel meta evrenler geliştirme potansiyeli vardır. Örneğin, Metaverse Immersive Education uygulaması, geleneksel uzaktan eğitim ve bilgisayar tabanlı öğrenme biçimlerinden farklı olarak, günümüzün en iyi video oyunlarının oyuncuların dikkatini çekmesi ve aynı şekilde öğrencileri içine çekmek ve meşgul etmek için tasarlanmıştır. Metaverse Immersive Education, etkileşimli üç boyutlu grafikler, ticari oyun ve simülasyon teknolojisi, sanal gerçeklik, sesli sohbet (IP/VoIP üzerinden ses), web kameraları ve zengin dijital medyayı ortak çevrimiçi kurs ortamları ve sınıflarla birleştiren yeni bir öğrenme platformudur. Bu platform, sınıfa şahsen katılmanın mümkün olmadığı, pratik veya arzu edilir olmadığı durumlarda bile öğrencilere "orada olma" hissi vermekte; bu da, öğretim üyelerine ve uzaktaki öğrencilere, öğrenme sürecini büyük ölçüde geliştirecek şekilde bağlantı kurma ve iletişim kurma yeteneği sağlamaktadır (Basil, 2022).

Metaverse'in etki alanlarından bir diğeri gayrimenkul sektörüdür. Gerçek dünyada olmayan ve sadece sanal dünyada var olan araziler, farklı yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Toplam 166 bin 464 parça arsadan oluşan Sandbox Metaverse'inin yüzde 74'ü satışa açıkken yüzde 10'u Sandbox'ın özel etkinlikleri için ayrılmış durumdadır. Yüzde 16'lık bölüm ise, iş ortakları, oyun yaratıcılara ve oyunculara dağıtılmak üzere bir kenarda tutulmaktadır. Sandbox firması arsalarının yaklaşık yüzde 70'ini sattıklarını belirterek, arsayı "bir kere sahip olduğunuzda oyun yayınlayıp deneyim yaratacağınız ve oyuncuların avaturları ile içinde yer almalarına izin verebileceğiniz dijital bir gayrimenkul parçası" olarak tanımlamaktadır (Özdemir, 2022). Bunlarla birlikte Decentraland ve Sandbox gibi çevrimiçi platformlar, blokzinciri gibi merkezi olmayan araçları kullanan ilk sanal dünyalar olan Metaverse'in potansiyelini sergilemektedir (Fernandez ve Hui, 2022).

Eğlence ve eğitim gibi sektörlerdeki dijital hizmetler, bulut platformların çevrimiçi depolama/işleme olanaklarının sağladığı yeteneklerle maksimum potansiyeline erişmiştir. Hizmet erişiminin verimliliği, performansı ve kalitesinin en yüksek potansiyeline ulaşmasıyla birlikte bakış açısı tüketici deneyimine kaydırılmıştır. Bu nedenle, daha etkileşimli kapasiteye sahip gelişmiş hizmet deneyimine olan talep giderek artmakta ve hizmet sağlayıcılar mevcut

standartlarını bir sonraki seviyeye yükseltmek için yeni yatırımlar yapmaktadır (Gadekallu v.d., 2022).

Metaverse teknolojisi, sosyal etkileşimleri, ticari anlaşmaları ve genel olarak internet ekonomisini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla Metaverse, son zamanlarda dünyanın dört bir yanından artan bir ilgi görmekte ve Facebook, Microsoft, Tencent ve Nvidia gibi birçok teknoloji devi arka arkaya Metaverse girişimlerini duyurmaktadır. Metaverse terimi, ilgili şirketlerin gelecekteki yörüngesini özetlerken teknoloji yöneticilerinin söylemlerinde belirgin bir şekilde yer almaya başlamıştır (Jungherr ve Schlarb, 2022).

Metaverse ile ilgili öngörülerden birisi sanal ürün piyasasına daha fazla ciro ve kar getirmesidir. Buna göre 2022 yılı itibariyle yaklaşık 50 milyar dolar değerinde olan sanal ürünler piyasasının 2025 yılına kadar 190 milyar dolara çıkması beklenmektedir. Metaverse ayrıca AR/VR teknolojilerinin hızlı gelişimini teşvik etmektedir. Küresel AR/VR pazarının 2020'de 12 milyar dolar olan hacminin 2024'e kadar olan beş yılda yüzde 54 büyümesi tahmin edilmektedir. 2020'de 5,12 milyon adet olan toplam AR/VR cihaz sevkiyatlarının ise 2025 yılında 43,2 milyon adete ulaşması beklenmektedir. Bunun yanında, üst evrenin oluşması için muazzam veri depolama ve bilgi işlem gereksinimleri, bulut bilişimin hızlı gelişimini daha da teşvik etmektedir. Kullanıcı değer zincirinin genişletilmesi ile Metaverse uygulamalarının ticari değeri geometrik olarak büyüyecektir (Cui v.d., 2022).

Tüm bunlarla birlikte, Metaverse'in tam anlamıyla günlük yaşamın bir parçası haline gelebilmesi çözüm üretilmesi gereken, veri güvenliği ve gizliliği başta olmak üzere pek çok sorun alanı bulunmaktadır. Örneğin, Medeni ve diğerleri tarafından yürütülen çalışmada (2008), internet, cyberspace ve Metaverse'in sistem hataları ele alınmaktadır. Buna göre tip 1 ve tip 2 sistem hataları olarak özgürce gerçekleştirilmesi beklenen iyi davranış ve faaliyetlerin hatalı olarak fazla kısıtlanması ve kontrol edilip gerektiğinde önlenip kontrol edilmesi ve hatta cezalandırılması gereken kötü davranış ve faaliyetlerin de önüne geçilememesi hataları vurgulanmaktadır (Medeni v.d., 2008). Anderson ve Rainie (2022) tarafından yürütülen araştırmaya katılan uzmanlar ise bu yeni dünyaların hem kötü hem de iyi olan her insan özelliğini ve eğilimini çarpıcı biçimde büyütebileceği konusunda uyarıda bulunmaktadır. Uzmanlar, endişelerini özellikle bu sistemleri kontrol edenlerin insan eylemlerini yeniden yönlendirme, kısıtlama veya engelleme ve insanların özgür iradelerini kullanarak kendini gerçekleştirme yeteneklerini bastırma ve insanların doğal kapasitelerini genişletme özgürlüğü konusuna odaklanmaktadır (Anderson ve Rainie, 2022).

Benzer şekilde Wang ve diğerlerine göre (2022), Metaverse'te, büyük veri akışlarının yönetiminden, yaygın kullanıcı profili oluşturma etkinliklerinden, yapay zeka algoritmalarının adil olmayan sonuçlarından fiziksel altyapıların ve insan vücudunun güvenliğine kadar çok çeşitli güvenlik ihlalleri ve gizlilik ihlalleri ortaya çıkabilir (Wang v.d., 2022). Ayrıca Metaverse cihazlarından kaynaklı sorunlar ile, bağımlılık gibi psikoloji temelli sorun alanları geliştiricilerin göz önünde bulundurması gereken konulardır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İnsanoğlu hep daha iyi bir yaşam beklentisi içinde olmuştur ve dünyada geçirdiği zamanını daha iyi hale getirmek için sürekli çaba sarf etmektedir. Teknoloji, yaşamlarımızı değiştiren ve dönüştüren en önemli faktördür. Teknolojideki son gelişmeler, etrafımızdaki fiziksel dünyayla etkileşim biçimimizi hızla değiştirmektedir.

Bilişim alanındaki yenilikler, insan etkileşimini, iletişimi ve sosyal ilişkileri değiştirip zenginleştirdikleri için günlük yaşamda önemli bir rol oynamaktadır. Tüketici teknolojilerindeki son gelişmeler, insanlara kolaylık sağlamakla kalmamış, aynı zamanda günlük olarak bilgiyi nasıl tükettiğimiz ve işlediğimizin hızını da büyük ölçüde etkilemiştir. Son kullanıcılar açısından, sırasıyla kişisel bilgisayarların, internetin ve mobil cihazların tanıtımı etrafında odaklanan üç büyük teknolojik yenilik dalgası kaydedilmiştir. Dördüncü bilgisayar inovasyonu dalgası ise sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi uzamsal ve sürükleyici teknolojiler etrafında gelişmektedir. Bu dalga, çevrimiçi eğitimi, iş dünyasını, uzaktan çalışmayı ve eğlence araçlarını dönüştürme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmekte ve her yerde bulunan bir bilgi işlem paradigmasını oluşturması beklenmektedir. Bu yeni paradigma Metaverse'tir (Mystakidis, 2022).

Metaverse henüz fiziksel olarak hissedilebilir olmasa da, devrim niteliğinde bir kavramdır ve mevcut teknoloji onu gerçeğe yaklaştırarak ekonomik bir anlam kazandırmaktadır. Deneyime dayalı olarak, internetin başlangıcından bu yana yaptığı gibi, uygulanması kademeli olarak platformlara eklenecek ve her sektörü etkileyen bir değişim yaşanacaktır (Cui v.d., 2022).

Metaverse ile ilgili literatür incelendiğinde 2000'li yılların başından itibaren konunun farklı yönleriyle ele alındığını, sanal gerçeklik ve diğer farklı teknolojilerin gelişimi ile birlikte son birkaç yıldır araştırmacıların Metaverse konusuna daha fazla yoğunlaştığını söylemek mümkündür.

Metaverse, bir şirketin tek başına idare edebileceği tek bir ürün değildir. Tıpkı internet gibi, Metaverse de Facebook ile veya Facebook olmadan var olacaktır. Metaverse ürünlerinin birçoğu önümüzdeki 15-20 yıl içinde tam olarak hayatımıza girecektir (Damar, 2021a). Yakın bir gelecekte, çoğu kullanıcı Metaverse ile etkileşime girecek ve sanal platformlar aracılığıyla bir arayüze sahip olacaktır. Çeşitli cihazlardan erişilebilir olacak ve burada kullanıcılar bir şeyler satın alacak, işbirliği yapacak, inşa edecek, öğrenecek, çalışacak, rahatlayacak ve Metaverse'i deneyimleyecektir (Hollensen v.d., 2022). Metaverse teknolojisi önümüzdeki dönemde hızlanarak gelecekteki yaşamın önemli bir parçası haline gelecek ve varlık ekonomisi ile dijital ekonominin entegrasyonunu teşvik edecektir. Böylece kısa bir süre sonra herkes başka bir paralel dünyada özgürce dolaşabilecektir. Metaverse, genişletilmiş, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerini kullanarak fiziksel dünyayı genişletme potansiyeline sahiptir. Metaverse tarafından doğrudan etkilenen sektörler arasında finans, pazarlama, eğitim, turizm ve sağlık hizmetleri bulunmaktadır.

Bunlarla birlikte, Metaverse'in dönüştürücü etkisinin hissedilmesi, toplumda yaygın olarak benimsenerek hayatımızın bir parçası haline gelebilmesi için iyi tasarlanmış standartlara ve sıkı güvenlik ilkelerine ihtiyaç vardır. Yine toplumun her kesiminin bu teknolojiye erişebilmesi için maliyetlerin düşürülmesi konusu önemlidir. Diğer bir hassas konu ise veri depolama ve bu verilerin gizliliği ile ilgili alınacak tedbirler ve yürütülecek çalışmalardır. Geniş kitlelerin kullanacağı ve ekonomik anlamda çok büyük bir pazar hacminin söz konusu olduğu bu yeni evrende sanal bağımlılık, siber zorbalık, etik ve diğer psikolojik unsurlar her yönüyle göz önünde bulundurulmalıdır. İyi tasarlanmış standartlarla, gizlilik ve güvenlik ilkelerinin doğru şekilde konumlandırılması ile Metaverse insanlık için faydalı ve vazgeçilemez bir araca dönüşebilir.

YAZARIN BEYANI

Katkı Oranı Beyanı: Yazar, çalışmanın tümüne tek başına katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluşun destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

KAYNAKÇA

- Amirulloh, M.F.N. ve Mulqi, M. (2022). Know more metaverse as the technology of the future. *International Journal of Research and Applied Technology (INJURATECH)*, 2 (1): 174-177.
- Anderson, J. ve Rainie, L. (2022). *The Metaverse in 2040*. Pew Research Centre,
- Babu, M.A. ve Mohan, P. (2022). Impact of the metaverse on the digital future: People's perspective. *7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* içinde (s. 1576-1581). IEEE.
- Basil, N.W. (2022). The "Metaverse." The arrival of the future of 3D research, learning, life & commerce. *ASEM 2022*, 2, 50-56.
- Cui, H., Xu, Z. ve Yao, C. (2022). Will the metaverse be the future of the internet?. *8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022)*, 2165-2170.
- Damar, M. (2021a). Metaverse shape of your life for future: A bibliometric snapshot. *Journal of Metaverse*, 1 (1): 1-8.
- Damar, M. (2021b). Metaverse ve eğitim teknolojisi. T. Talan (Ed.), *Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar* içinde (s. 169-192). İzmir: Efe Akademi Yayınevi.
- Damar, M. ve Damar, H.T. (2021). Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve metaverse: Hemşirelik disiplini için önemi ve geleceği. T. Varışoğlu (Ed.), *Sağlık & Bilim: Hemşirelik-3* içinde (s. 207-226). İzmir: Efe Akademi Yayınevi.
- Fernandez, C.B. ve Hui, P. (2022). Life, the metaverse and everything: An overview of privacy, ethics, and governance in metaverse. *arXiv preprint arXiv:2204.01480*, 1-6.
- Gadekallu, T.R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q.V. ve Liyanage, M. (2022). Blockchain for the metaverse: A review. *arXiv preprint arXiv:2203.09738*, 1-17.
- Garavand, A. ve Aslani, N. (2022). Metaverse phenomenon and its impact on health: A scoping review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 32, 1-6.
- Grider, D. ve Maximo, M. (2021). The Metaverse: Web 3.0 virtual cloud economies. Grayscale Research. <https://grayscale.com/wp->

[content/uploads/2021/11/Grayscale Metaverse Report Nov2021.pdf](#). Erişim: 12.09.2022.

- Güler, O. ve Savaş, S. (2022). All aspects of metaverse studies, technologies and future. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 8 (2), 292-319.
- Hollensen, S., Kotler, P. ve Opresnik, M.O. (2022). Metaverse—the new marketing universe. *Journal of Business Strategy*.1-7.
- Huang, J., Sun, P. ve Zhang, W. (2022). Analysis of the future prospects for the metaverse. *7th International Conference on Financial Innovation and Economic Development*, 1899-1904.
- Jungherr, A. ve Schlarb, D.B. (2022). The extended reach of game engine companies: How companies like Epic Games and Unity Technologies provide platforms for extended reality applications and the metaverse. *Social Media + Society*, 8 (2), 1-12.
- Kalkan, N. (2021). Metaverse evreninde sporun bugünü ve geleceğine yönelik bir derleme. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 163-174.
- Koutitas, G., Smith, S. ve Lawrence, G. (2021). Performance evaluation of AR/VR training technologies for EMS first responders. *Virtual Reality*, 25 (1), 83-94.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y. ve Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18 (32), 1-13.
- Medeni, T.D., Nahar, N., Medeni, T. ve Zrelli, S. (2008). Navigation at the internet front line. *Encyclopedia of Networked and Virtual Organizations* içinde (s. 990-1000). IGI Global.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2022 (2), 486-497.
- Narin, N.G. (2021). A content analysis of the metaverse articles. *Journal of Metaverse*, 1 (1), 17-24.
- Nevelsteen, K.J.L. (2018). Virtual world, defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality, and the metaverse. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 29 (1).
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J. ve Daneshmand, M. (2021). A survey on metaverse: the state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2111.09673*.

- Özdemir, K. (2022). Metaverse yolculuğunda yeni parkur: Televizyon ve oyun platformları. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/metaverse-yolculugunda-yeni-parkur-televizyon-ve-oyun-platformlari/660307> Erişim: 23.09.2022.
- Park, S.M. ve Kim, Y.G. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10, 4209-4251.
- Pearlman, K., Initiative, X. S., Visner, S., Magnano, M. ve Cameron, R. (2021). Securing the metaverse-virtual worlds need REAL governance. *Simulation Interoperability Standards Organization – SISO*.
- Riva, G., Di Lernia, D. ve Sajno, E. (2021). Virtual reality therapy in the metaverse: Merging VR for the outside with VR for the inside. *Annual Review of Cybertherapy & Telemedicine*, 19, 3-8.
- Siyayev, A. ve Jo, G.S. (2021). Towards aircraft maintenance metaverse using speech interactions with virtual objects in mixed reality. *Sensors*, 21 (6), 2066.
- Tayal, S., Rajagopal, K. ve Mahajan, V. (2022). Virtual reality based metaverse of gamification. *6th International Conference on Computing Methodologies and Communication*, 1597-1604.
- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Liu, D., Xing, R., Luan, T.H. ve Shen, X. (2022). A survey on metaverse: Fundamentals, security, and privacy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.1-32.