




Metaverse’te Beyin-Bilgisayar Arayüzleri Kullanımına Yönelik Sağlık, Oyun, Pazarlama ve Reklam Sektörleri Bağlamında Bir Değerlendirme

An Evaluation of the Use of Brain-Computer Interfaces in the Metaverse in the Context of Health, Gaming, Marketing and Advertising Sectors

ZALİHA İNCİ KARABACAK*

* Assoc. Prof., TOBB University of Economics & Technology, Faculty of Architecture and Design, Department of Visual Communication Design; 06560, Sogutozu, Ankara, Turkey, E-Mail: zikarabacak@etu.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0002-4931-556X>

Öz: Metaverse, yapay zekâ, blok zinciri, genişletilmiş gerçeklik teknolojileri temelinde, Web 3.0 alt yapısıyla, avaturları ile temsil edilen kullanıcılara hayatın her alanında farklı deneyimler sunan kurgusal sanal evrenler topluluğudur. Ekonomi perspektifinden bakıldığında Metaverse; sanal ekonomi, yeni iş modelleri, güncel sağlık uygulamaları, yeni ürünler, yeni bir pazarlama ve reklam kanalı sunmaktadır. Çalışma, Metaverse’te Beyin-Bilgisayar Arayüzleri kullanımını bu alanda öne çıkan sektörlerden olan sağlık, oyun, pazarlama ve reklam açısından değerlendiren güncel literatür taramasına dayanan betimsel bir incelemedir. Ulusal ve uluslararası alanyazında Metaverse’te Beyin-Bilgisayar Arayüzleri kullanımının farklı sektörlerdeki avantajlarının yanı sıra dezavantajları da ele alınmaktadır. Çalışmalarda Metaverse bağlamında ön plana çıkan çeşitli avantajlar (sürekli etkileşim, avatar ile hareket aksiyonu, meta-tıp, biyolojik katılım, sürükleyici ve öğretici kullanıcı deneyimi vb.) olmakla birlikte en sık vurgulanan dezavantajları mahremiyet ve siber güvenlidir. Ayrıca erişebilirlik, kullanıcı entegrasyonu, nöral siber saldırılar, kullanım maliyeti, sanal bağımlılık, davranış bozuklukları, sosyal izolasyon vb. sıralanan dezavantajlar arasında yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Metaverse, Beyin-Bilgisayar arayüzleri, Sağlık, Oyun, Pazarlama, Reklam

Abstract: Metaverse is a collection of fictional virtual universes that offer different experiences in all areas of life to users represented by artificial intelligence, blockchain, extended reality technologies, Web 3.0 infrastructure and Avatars. From an economic perspective, Metaverse offers virtual economy, new business models, current health applications, new products, a new marketing and advertising channel. The study is a descriptive review based on the current literature review evaluating the use of Brain-Computer Interfaces in the Metaverse in terms of health, gaming, marketing and advertising, which are prominent sectors in this field. In the national and international literature, the advantages of using Brain-Computer Interfaces in the Metaverse in different sectors, as well as the disadvantages, are discussed. Various advantages that come to the fore in the context of Metaverse in the studies (continuous interaction, movement action with avatar, meta-medicine, biological participation, continuous and

Gönderim 15 Nisan 2023
Düzeltilmiş Gönderim 12 Haziran 2023
Kabul 24 Haziran 2023

Received 15 April 2023
Received in revised form 12 June 2023
Accepted 24 June 2023

instructive user experience, etc.), but the most frequently highlighted disadvantages are privacy and cybersecurity.

Keywords: *Metaverse, Brain-Computer interfaces, Health, Game, Marketing, Advertising*

Giriş

Metaverse farklı sanal gerçeklik teknolojilerinin gelişimiyle siber uzay üzerine inşa edilmiş hem gerçek dünya ile eşlenebilen hem de ondan bağımsız olan sanal bir dünyadır. Bu dünyada sanal dünyaya ait içerikler ve gerçek dünyadan dijital kop-yalar bir arada yer almaktadır (Bian, Leng ve Zhao, 2022: 116). Metaverse bağla-mında değinilebilecek bazı teknolojiler; VR (virtual reality), AR (augmented rea-lity), bulut bilişim, blokzinciri, nesnelerin interneti (IoT), kripto para birimleri, haptikler, yapay zekâ, 5G, makine öğrenimi olarak sıralanabilir (Martins ve Wolfe, 2022). NFT, Avatar, XR (expanded reality), MR (mixed reality), dijital ikiz yine bu kapsamda ele alınabilecek teknolojilerdir (Averbek ve Türkyılmaz, 2022).

Çeşitli yeni bilişim teknolojilerinin (blockchain teknolojisi, yapay zekâ teknolojisi, algılama teknolojisi, VR/AR) gelişimi Metaverse'ün gelişimine katkı sağlamaktadır (Song ve diğerleri, 2022). Web 3.0, kullanıcıları için merkezi olmayan blokzincir alanından beslenen teknolojik araçlardan yararlanmaktadır. Böylece kullanıcıların platform sahiplerine ve diğer araçlara ihtiyaç duymamalarını sağlamaktadır (EUBlockchain Observatory and Forum, 2022: 20).

Web 3.0 kullanıcıları için iletişim ve etkileşim ortamı olarak görülen Metaverse'ü (Bhattacharya ve diğerleri, 2023: 36); eğitim (Kye ve diğerleri, 2021; Hwang ve Chien, 2022), pazarlama (Alankuş ve Anıl, 2022; Durukal ve Armağan, 2022; Hol-lensen, Kotler ve Opresnik, 2023; Dwivedi ve diğerleri, 2023), benlik sunumu (Türk, Bayrakçı ve Akçay, 2022), güvenlik ve mahremiyet (Wang ve diğerleri, 2022), din (Torun ve Torun, 2022), görsel sanatlar (Ünlü, 2022) gibi farklı bağlam-larda ele alan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Beyin bilgisayar arayüzleri de (Brain Computer Interfaces-BCIs) kullanıcılar için Metaverse'te sürükleyici ve etkileşimli deneyimler sunulmasına katkı sağlayan tek-nolojiler arasında yer almaktadır (Ali ve Khan, 2023: 388). Literatürde Meta-verse'ün ve BCI teknolojisinin her biri bağlamında sağlık, oyun, pazarlama, reklam gibi çağımızın önde gelen sektörlerine avantajlarını ve dezavantajlarını bir arada ya da sektörlerden biri/birkaçı özelinde işleyen ya da Metaverse'te BCI teknolojis-i-nin bu sektörlerden biri/birkaçı bağlamında avantajlarını ve dezavantajlarını ince-leyen ulusal/uluslararası akademik çalışmalar olmakla birlikte (Daşdemir, 2022; Yılmaz ve diğerleri, 2022; Mete, 2022; Şahinbaş ve Güneş, 2022; Ayaz ve Ersöz, 2022; Canbay, Utku ve Canbay, 2022; Ali ve Khan, 2023; Kim ve diğerleri, 2023; Hieu ve diğerleri, 2023; Crespo-Pereira, Sánchez-Amboage ve Membiela-Pollán, 2023; López Bernal ve diğerleri, 2022; Panagiotakopoulos, 2022; López Bernal, 2022; Sun ve diğerleri, 2022; Bian, Leng ve Zhao, 2022; Falk, Le ve Morandotti, 2022) özellikle Metaverse bağlamında BCI teknolojisinin kullanımını avantajlar ve dezavantajlar açısından ilgili sektörlerin tümü açısından ele alan çalışmaların sı-nırlılığı dikkati çekmektedir. Bu bağlamda bu sektörlerin çalışanlarına, bu alanlara

ilişkin akademik alan yazında çalışmalar yürüten araştırmacılara ve literatüre katkı sağlaması hedeflenen bu çalışmada, Metaverse ve beyin-bilgisayar arayüzleri arasındaki ilişkinin ele alınması ve Metaverse’te beyin-bilgisayar arayüzleri kullanımının sağlık, oyun, pazarlama, reklam sektörleri açısından avantajlarının ve dezavantajlarının incelenmesi amaçlanmaktadır.

Beyin-Bilgisayar Arayüzü

“Metaverse’teki karakterimizi, nesnelere ve dijital işlemlerimizi beyin sinyallerimizle kontrol etmemizi sağlayan siberetik teknolojilerin adı” (Uçar, 2022: 14-15) olarak ifade edebileceğimiz beyin ve bilgisayar arayüzleri kişilere bilgisayarlarla, makinelerle ve birbirimizle etkileşim kurmak için tamamen yeni bir yol vaadi sunmaktadır (Rijmenam, 2022: 176). Hareket etmeden iletişim ve kontrol sağlayan bir cihaz olan BCI’nın oyun oynamak ya da kişisel sağlığın takibi için kullanımının artacağı öngörülmektedir (R Müller-Putz ve diğerleri, 2020). BCI’nın temelinde kullanıcının bilişsel niyetini anlayarak bunları makine tarafından okunabilen sinyallere dönüştürmek için beyin sinyallerinin özelliklerini tespit etmek, kaydetmek ve işlemek yatmaktadır (Sengupta, 2022). Talimat aktarım yönüne göre BCI’lar, tek yönlü ve çift yönlü (bilgilerin beyin ve cihazlar eşzamanlı olarak değiş-tokuş edilebilmesi) olarak ikiye ayrılmaktadır (Shi ve diğerleri, 2023: 12).

BCI ile Protez/Ortezler (EEG ve Diğer Biyofiziksel/Fizyolojik İşlev Sinyalleri Alabilen; Serbest, Gürültülü Ortamda Anlamlı ve Sürekli Sinyal Alabilen), Beyin Implantları (Nöro Çipler, Beyin Bilgisayar Bulut Arayüzleri), Beyin Bilgisayar Arayüzü Teknolojileri (Exocortex (BCI)) yenilikçi teknoloji alanları arasında sıralanmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, 2022). Bu bağlamda tıp, sağlık, oyun gibi alanlarda çeşitli faydaları olan sinir mühendisliği ön plana çıkan bir alandır. Sinir mühendisliği alanında öne çıkan bazı başarılar şu şekilde sıralanabilir: 1) Sinirsel görüntüleme (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme-fMRI ve manyetik rezonans görüntüleme-MRI) 2) Beyin-bilgisayar arayüzleri, 3) Sinir protezleri (sinir sistemlerinin eksik işlevlerini tamamlayan ya da değiştiren cihazlar) (Wang ve diğerleri, 2022).

BCI’lar beyine, implante edilmek (genellikle beyin dokusuna cerrahi işlemle doğrudan bağlanarak) veya giyilebilir cihazları kullanmak şeklinde iki yolla bağlanmaktadır. İmplant edilen BCI’lar için enfeksiyon ve rejeksiyon gibi bazı cerrahi riskler bulunmaktadır. İmplant edilen bazı BCI’larda elektrokortikografi (ECoG) denilen bir yöntemin (beynin yüzeyine elektrotlar yerleştirme) kullanılmasıyla risk azalmaktadır (GAO, 2022). Neuralink projesi beynin hareketi kontrol eden bölgelerine her biri çok sayıda elektrot içeren mikron ölçekli iplikler yerleştirerek bunları “bağlantı” (link) adı verilen bir impilanta bağlamayı hedeflemektedir. Bu implant herhangi bir yerden bir bilgisayar ya da mobil cihazı kontrol edebilmeyi sağlayan görünmez bir beyin-bilgisayar arayüzü tasarımı niteliğindedir (Ayaz ve Ersöz, 2022).

Metaverse

Metaverse’e ilişkin 3 temel özellik; çoklu teknoloji, sosyallik ve hiper uzay-zamansallığı olarak sıralanmaktadır (Ning ve diğerleri, 2023). Metaverse, bir avatar aracılığıyla insanların etkileşime girdiği, çalışmak, eğlenmek, alışveriş yapmak, kripto

varlıklarıyla işlem yapmak gibi faaliyetleri oldukları yerden yapabildikleri üç boyutlu, sürükleyici ve sürekli bir sanal model olarak ifade edilebilir (Council of The European Union, 2022). Metaverse; blockchain, web, sosyal medya, DeFi (merkeziyetsiz finans), çevrimiçi oyun ve gelişmiş donanım gibi hususların bir karışımı olarak belirtilebilir (Hackl ve diğerleri, 2022). Metaverse üç boyutlu arkadaşlar, mekanlar ve objelerle etkileşime geçilebilen üç boyutlu bir dünya olarak da nitelenebilir (Blockchain Council).

Birçok avantaj sunan Metaverse potansiyel tehditleri de beraberinde getirmektedir. Bunlar genel olarak; altyapı ve teknoloji zafiyetleri, birlikte çalışabilirlik standartlarının olmayışı, kişisel verilerin güvenliği ve olası kötüye kullanımlar, ruh sağlığına ve toplumsal sorunlara olumsuz etkileri, NFT teknolojisi ile sanat eseri alım satımları ve yasal sorunlar, NFT endüstrisindeki güvenlik açıkları, NFT ve küresel ısınma ana başlıkları ile sıralanabilir (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2022: 48-54).

Metaverse ve Beyin-Bilgisayar Arayüzü

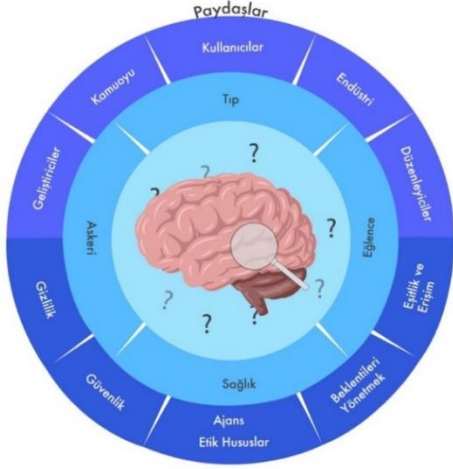
Nörolojik hastalıklar ve sinir sistemi travmaları nedeniyle konuşma, hareket, çevreyle etkileşim kurma gibi fonksiyon kaybı yaşayan kişilerde yapay zekâ destekli beyin-bilgisayar ara yüzleri, akıllı cihazlar aracılığıyla nöral aktivasyon kodları çözülebilmekte böylelikle bu kişiler ihtiyaçlarını giderebilmekte ve etkileşim kurabilmektedirler (Sevli, 2022: 62). Dünyada DeHealth ve XR Health Metaverse’te sağlık hizmeti sunmaya başlayan girişimler arasında yer almaktadır (Yılmaz ve diğerleri, 2022: 16). Metaverse’te mevcut teknolojilerin, ruh sağlığı hizmetleri konusundaki hizmetleri; sanal gerçeklik destekli terapi, avatar terapisi ve teleterapi gibi araçları etkinleştirmek ve bu araçlarda anlamlı iyileştirmeler sağlamak şeklinde ifade edilmektedir (Benrimoh, Chheda ve Margolese, 2022).

Video oyun endüstrisindeki Valve’in kurucusu Gabe Newell, New Zeland 1 News’e verdiği röportajda “beyin – bilgisayar arayüzü ile insanların duyguları düzenlenebilir ve değiştirilebilir olacak.” ifadesini kullanmıştır (Teknotorite, 2021). Daşdemir (2022: 651), dijital oyunların, oyuna dayalı öğrenmenin BCI ile desteklenmesinin bu tür tasarımları Metaverse için daha sürdürülebilir bir ortam haline getireceğini vurgulamaktadır. Metaverse’te askeri oyunların oyunlaştırılması askeri sonuçları iyileştirme avantajı sunarken, bu oyunlaştırılan askeri operasyonların akıl sağlığını etkileme durumu söz konusu olabilir (Innovate UK KTN, 2022: 13-14).

BCI kullanıcılarının, kişisel beyin sinyallerinin alınması ve başkalarıyla paylaşılması sonucunda mahremiyet ve bunların kullanımı konusunda öngörülemez sonuçlarla karşı karşıya gelecekleri ifade edilmektedir (Müller-Putz ve diğerleri, 2020: 41). Canbay, Utku ve Canbay (2022: 80-85), Metaverse’te toplanan ve işlenen kişisel verileri; biyometri, göz hareketleri, iris hareketleri, yüz ifadesi, beyin dalgası, konuşma, el hareketleri, davranışlar, duygular, ifadeler, alışkanlıklar, tercihler, konuşma, beden hareketleri, kullanıcı etkinlikleri, fiziksel bilgi, psikolojik bilgi, kültürel, finansal, konum, yaş, sağlık, iletişim, avatar kimliği, kripto para kayıtları, dijital varlıklar, kullanıcı kimliği, internet geçmişi, favori filmler, alışveriş tercihleri olarak sıralamaktadırlar. Metaverse hizmet sağlayıcılarının bu kişisel verilerin gizliliği konusundaki kaygıları dikkate alması gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Cabrera ve Weber (2023), beyin bilgisayar arayüzlerinin paydaşlarını ve

yaratabilecekleri etik, yasal ve toplumsal sorunları ele almaktadır (Bkz. Şekil 1.).

Şekil 1. Beyin Bilgisayar Arayüzleri- Etik, Yasal ve Toplumsal Sorunlar



Kaynak: (Cabrera ve Weber, 2023: 99)

Rijmenam (2022: 178) BCI'nın Metaverse'te şu ana kadar hayal bile edilemeyen sürükleyici deneyimler sağlayacağını vurgulamaktadır. Ancak bununla birlikte bu teknolojinin bilinmeyenlerine de vurgu yaparak beynimize belirli mesajların girmesinin ya da düşüncelerimizin yanlışlıkla karşımızdaki kişiye (örneğin patrona) gönderilmesini nasıl önleyeceğimiz konusunda sorular sorarak bu teknolojiyi sorgulamaya yönlendirmektedir. López Bernal ve diğerleri (2022), BCI kullanımının avantajlarının yanı sıra endişe uyandıran yanları olduğunu vurgulayarak bunları; erişilebilirlik, kullanıcı entegrasyonu, gizlilik, siber güvenlik, kullanıcıların güvenliği ve etik kategorileri altında sıralamaktadır. López Bernal (2022), yapay zeka'nın (makine öğrenmesi ve derin öğrenme teknikleri) yeni nesil BCI cihazlarda uygulanmasının; nöral siber saldırıları tehditlerinin neden olduğu zararları araştırmaya bunları azaltmaya ve hafifletmeye yardımcı olabileceğini belirtmektedir.

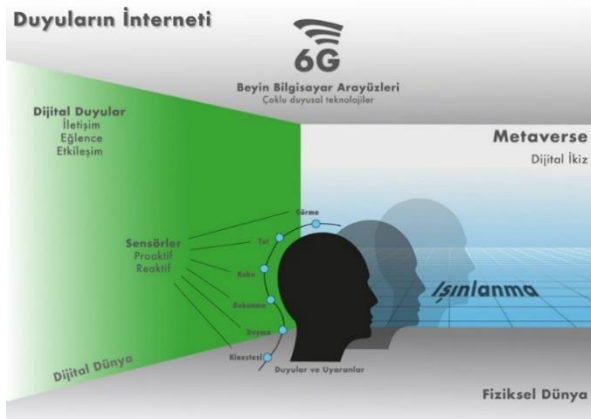
Sanal gerçeklik gözlüğü ilk kullanımda ya da daha uzun süreli kullanımda hareket hastalığı (motion sickness) sebebiyle mide bulantısına neden olmaktadır. Bu durum, vücut sabit iken göz ve kulak gibi organların hareket edildiğini algılaması ve beynin dengeyi sağlamakta güçlük yaşamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum etkileyici bir Metaverse deneyimi yaşamak konusunda karşılaşılan bir bariyer niteliğindedir (Özcan, 2023: 33).

Metaverse ekosistemi ve teknolojilerini, sağlık hizmetleri bağlamında taşıdığı fırsatlar, avantajlar ve zorluklar bağlamında değerlendiren Yılmaz ve diğerleri (2022) Metaverse'ün fırsat ve avantajlarını; sağlık turizmi, sağlık hizmetlerinde tedavi etkinliği, hasta memnuniyeti, insan kaynağı, eğitim, ve veri yönetimi alanlarında sıralarken, zorlukları; kullanım maliyeti, mahremiyet ihlalleri, veri gizliliği ve güvenliği, sanal bağımlılık, davranış bozuklukları, sosyal izolasyon, stres, artan kaygı vb. şeklinde sıralamaktadır.

Falk, Le ve Morandotti (2022: 141) Duyuların İnternetine (IoS) ilişkin bazı zorlukları; iletişim ağları ve yapay zeka (AI), kullanıcı deneyimi izleme, siber güvenlik olarak sıralamaktadır. Bunun yanısıra performans bağlamında IoS'un avantajlar

sağlayacağı alanlar olarak; endüstri 4.0+, e-ticaret/perakende, eğlence 4.0+ ve sağlık 4.0+ olarak belirtmektedirler. Duyuların interneti (Bakınız: Şekil-2) ve Metaverse’te koku alma entegrasyonunun başarısının anahtarını koku alma holografisinin yaratılması olarak belirten Panagiotakopoulos ve diğerleri (2022, s.57) dijital koku almanın HCI, HFI, eğlence sistemleri, tıp, kültür, turizm ve sağlıklı yaşam alanları gibi farklı alanlarda gelecekteki araştırmalar için ufuk açıcı ve fırsat sunucu olduğunu belirtmektedir.

Şekil 2. iOS ve Metaverse'in Yakınsaması*



Kaynak: (Panagiotakopoulos ve diğerleri, 2022: 56).

Her şeyin etkileşimli olduğu Metaverse’te meta-etkileşim reklam araştırmaları bağlamında da yenilikleri beraberinde getirecektir (Kim, 2021: 143). Metaverse’te teknolojik alt yapısı uygun firmalar ile kurdukları işbirlikleri bağlamında markalar tüketicilerine, dijital platformlarda etkinlik düzenlemek, ürün tanıtmak, test sürüşleri yapmak gibi farklı deneyimler sunmaktadırlar (Averbek ve Türkyılmaz, 2022: 114-115). Metaverse’te tüketicilere yönelik pop-up reklamlar ya da tanıtım videolarının yerine sanal ürün yerleştirmelerinin (VPP-Virtual Product Placements) yaygın bir reklam taktiği haline geleceği öngörülmektedir. Sanal ürün yerleştirmeler ortamın organik bir parçası olarak algılanabileceği için oldukça etkili bir reklam türü olabilir (Eskiadi ve Panagiotou).

Araştırmanın Yöntemi

Araştırma, Beyin-Bilgisayar Arayüzlerinin Metaverse’teki kullanımını sağlık, oyun, pazarlama ve reklam sektörleri açısından güncel ulusal ve uluslararası alan yazın bağlamında değerlendiren, literatür taramasına dayanan betimsel bir çalışmadır. Araştırmada Google Scholar veri tabanı üzerinden yapılan literatür taraması güncel durumu betimlemek için son iki yıldaki (2022, 2023) çalışmalarla sınırlı tutulmuştur.

Araştırma Soruları

- Metaverse ve beyin-bilgisayar arayüzleri arasındaki bağlantı nedir?
- Metaverse’te beyin-bilgisayar arayüzleri kullanımının sağlık, oyun, pazarlama, reklam sektörleri açısından avantajları ve dezavantajları nelerdir?

* Dijital ikize “ışınlanma” sunmak için merkeze 6G yerleştirildi.

Bulguların Değerlendirilmesi

Yapılan literatür taraması bağlamında Metaverse’te beyin bilgisayar arayüzü kullanımını sağlık, oyun, pazarlama ve reklam alanlarındaki kullanımlarına da değinerek ele alan farklı çalışmalar olduğu görülmektedir. İnceleme kapsamındaki ulusal literatüre baktığımızda Metaverse’ün gelişimini ve sunduğu olanakları daha genel bir perspektiften değerlendiren ancak bu çalışma kapsamındaki alt başlıkları da (beyin bilgisayar arayüzü, sağlık, oyun, pazarlama ve reklam) Metaverse açısından ele alan çalışmalar (Mete, 2022; Şahinbaş ve Güneş, 2022) olmakla birlikte özellikle Metaverse’te sağlık (Yılmaz ve diğerleri, 2022), oyun (Daşdemir, 2022), reklam (Ayaz ve Ersöz, 2022) konularını değerlendiren çalışmalar da yer almaktadır. İnceleme kapsamındaki uluslararası literatüre baktığımızda Metaverse’te beyin bilgisayar arayüzleri kullanımını; yeni nesil nörohaptik arayüz geliştirilmesi (Kim ve diğerleri, 2023), kablosuz/havadan BCI kullanımı (Hieu ve diğerleri, 2023), bu alandaki ilk analizler ve orta ile uzun dönemleri (López Bernal ve diğerleri, 2022), yeni siber saldırılar (López Bernal, 2022) açısından ele alan çalışmaların yanı sıra Metaverse bağlamında dijital pazarlamayı (Ali ve Khan, 2023), duyarların internetini (Panagiotakopoulos ve diğerleri, 2022; Falk, Le ve Morandotti, 2022), dijital tıp, meta tıp (Sun ve diğerleri, 2022) ve kurumsal dijitalleşme (Bian, Lneg ve Zhao, 2022) konuları bağlamında değerlendiren çalışmalar da bulunmaktadır.

Metaverse’te beyin-bilgisayar arayüz kullanımı sağlık açısından; tıbbi işlemlerin sanal ortamda gerçekleştirilebilmesi (Yılmaz ve diğerleri), sanal tıbbi ortamın doğal tıbbi ortama son derece yakın olması, meta medikal dünyanın gerçek dünyadaki tıbbi süreçleri tamamlamaya ve iyileştirmeye katkı sağlaması (Sun ve diğerleri, 2022) gibi avantajlar sunmaktadır. Günümüzde Metaverse’te BCI aracılığıyla tele-tıp, hastalıkları tespit etmek ve psikiyatrik durumları tedavi etmede kullanılmaktadır (López Bernal ve diğerleri, 2022). Sun ve diğerleri (2022: 57) hastaların ve doktorların dijital avaturları kullanarak bilgi üretimi, uyarlaması ve paylaşımı yapabileceklerini vurgulamaktadırlar. Böyle sanal-gerçek entegrasyonunu ve sanal-gerçek bağlantısını kurabileceklerini ifade etmektedirler. Ancak bu alanda hastaların mahremiyetini ve kişisel bilgilerini koruma noktasında saklı tehditlerin olabileceği konusunda da uyarıda bulunarak, meta-tıbbın sınırlarının iyi kavranması gerektiğine ve gerekli düzenlemelerin yapılmasına dikkat çekmektedirler.

BCI’nın Metaverse’te video oyunlarında sunduğu uygulamalar; avaturları zihinle kontrol etmek, zihinsel yazım ve nesnelere zihinle hareket ettirmek şeklinde sıralanabilir (López Bernal ve diğerleri, 2022). Metaverse’te beyin-bilgisayar arayüz kullanımı oyun bağlamında da çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Beyin bilgisayar arayüzleri aracılığıyla beyinden okunan bilgiler, sanal gerçeklik gibi teknolojilerin sürükleyici ve kapsayıcı ortamında verilen uyarılara yanıt olarak analiz edilmekte böylece oyunda oyuncunun fizyolojik durumu belirlenerek daha sürükleyici ve öğretici bir kullanıcı deneyiminin sağlanması amaçlanmaktadır. BCI’ların beyin sinyallerini yapay zekâ algoritmalarını kullanarak komut sonuçlarına dönüştürdüğü ve Metaverse’te bu komutların sınırsız kontrol sağlayacak komutlar olarak kodlanabileceği vurgulanmaktadır (Daşdemir, 2022: 647, 651).

BCI’nın Metaverse’te pazarlama alanındaki uygulamaları; bir uyarının etkisini incelemek, uyarıların etkisini iyileştirmek ve farklı reklamları karşılaştırmak

şeklinde sıralanmaktadır (López Bernal ve diğerleri, 2022). Metaverse ve beyin-bilgisayar arayüz kullanımını çok duyulu teknolojiler ve duyuların interneti bağlamında ele alan Panagiotakopoulos ve diğerleri (2022) koku pazarlamasını çok güçlü ve tüketici tutumlarını etkileyebilecek bir alan olarak görmektedir. Fiziksel ve siber uzayın birleştirilmesine ihtiyaç duyan Toplum 5.0'ın koku alma olmadan gerçekleştirilemeyeceğini belirtmektedir. Crespo-Pereira, Sánchez-Amboage ve Membiela-Pollán (2023: 14) nöroteknolojiler ve BCI'lar bağlamında teknolojik yeniliklerin zihinsel mahremiyet, sözde nörohaklar ve nörogüvenlik kavramları üzerine etik bir tartışmayı da beraberinde getirdiğini belirtmektedirler.

Metaverse'te gizlilik ve güvenlik kaygıları, teknik zorluklar, birlikte çalışabilirlik sorunları, düzenleyici engeller, para kazanma zorlukları ve ölçeklenebilirlik endişeleri gibi çeşitli zorlukları vurgulayan Ali ve Khan (2023: 388) markaların ve pazarlamacıların bu zorlukların üstesinden gelebilmek için kullanıcılar için değer yaratacakları net bir stratejileri olması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Bian, Leng ve Zhao (2022: 118) işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde Metaverse bağlamındaki riskleri ve dezavantajları; işsiz sayısındaki artış, Metaverse'teki lider platforma yüksek bağımlılık, kurumsal verileri sanal bir dünyaya aktarma ve koruma konusundaki potansiyel maliyetler olarak sıralamaktadır.

Ayaz ve Ersöz (2022: 715) Metaverse'te günümüzde reklamcılığa görsel, işitsel, dokunsal, koku ve atma alma (beyin implantları ile) işlevleri bağlamında katılım durumunu: "Sürekli etkileşim kurma, ortalama sürekli bağlantılı durum, tıklama, cevap yazma, avatar ileri hareket aksiyonu verebilme ve beyin implantları ile bedensel verilerle (heyecanlandırma, beğenme, üzülme, tikslenme v.b.) biyolojik katılım" olarak ifade etmektedir.

Literatür Özeti

Beyin-Bilgisayar Arayüzlerinin Metaverse'teki kullanımını sağlık, oyun, pazarlama ve reklam sektörleri açısından ele alan güncel (2022-2023) kaynaklar Tablo-1'de özetlenmektedir.

Tablo 1. Literatür Özeti Tablosu

Yazarlar	Yayın Yılı	Yayın	Yöntem
Daşdemir, Yaşar	2022	A brain-computer interface with gamification in the Metaverse	Çalışma Metaverse'e ilişkin olarak sanal ortamda beyin-bilgisayar arayüzü destekli oyun tabanlı katılımın uygulanmasına dair bir vaka çalışmasıdır.
Yılmaz, Faruk vd.	2022	Sağlık Hizmetlerinin Geleceğinde Metaverse Ekosistemi ve Teknolojileri: Uygulamalar, Fırsatlar ve Zorluklar	Metaverse'ün sağlık hizmetlerinin geleceğine ne şekilde yön vereceğinin, bu konudaki fırsatların ve zorlukların değerlendirilmesi

Mete, Mevlüt Hürol	2022	Metaverse Teknolojileri ve Etki Alanları	Metaverse teknolojilerinin hayatı nasıl şekilleneceği ve Metaverse'in sosyal ve ekonomik platformlardaki etki alanları inceleyen literatür taramasına dayanan derleme bir çalışma.
Şahinbaş, Kevser ve Güneş, Tefik Bahadır	2022	Metaverse Evreninin Karakteristik Özellikleri, Teknolojik Bileşenleri ve Sektörel Uygulamaları	Çalışmada Metaverse'ün tanımı, teknolojik bileşenleri, tarihsel gelişimi ve sektörler üzerindeki etkileri ele alınmaktadır.
Ayaz, Zafer ve Ersöz, Betül	2022	Metaverse Evrenine Doğru Reklamcılık	Reklamcılığın geçmişten günümüze dönüşümü ve Metaverse'te kendine nasıl bir yer bulacağı nitel durum değerlendirmesi yoluyla ele alınmaktadır.
Canbay, Yavuz, Utku, Anıl ve Canbay, Pelin	2022	Privacy Concerns and Measures in Metaverse: A Review	Çalışmada, Metaverse'ün varlığı ve devamlılığı için kullanılan kişisel veriler üzerinde durulmaktadır. Bu bağlamda Metaverse'te kullanıcıların gizlilik kaygılarına odaklanılmakta ve çeşitli önlemler sunmakta ve Metaverse'te toplanan ve işlenen kişisel verilerin listesini sunulmaktadır.
Ali, Syed Adnan ve Khan, Rehan	2023	Metaverse Marketing vs Digital Marketing	Metaverse'ün internette hakimiyet kurmasıyla dijital pazarlamanın köklü yönlerinin nasıl gelişeceği ve pazarlama uygulamalarındaki Metaverse kaynaklı değişikliklerin yeni ticaret yollarının geliştirilmesine nasıl katkı sağlayacağı tartışılmaktadır.
Kim, vd.	2023	Towards Brain-based Interface for Communication and Control by Skin Touch	Dokunsal ve duyuşsal algıya dayalı yeni bir beyin tabanlı arayüz sistem sunulmaktadır. Araştırma ten teması ile Metaverse'te iletişim ve kontrol sağlayan yeni nesil nörohaptik arayüz teknolojisinin geliştirilmesine yönelik bir ön çalışma niteliğindedir. Önerilen cilt dokunuşuna dayalı arayüz cihaz gerektirmemekte ve çıplak elle kullanılmaktadır.

Hieu, Nguyen Quang, vd.	2023	Enabling Immersion and Presence in the Metaverse with Over-the-Air Brain-Computer Interface	İnsan merkezli Metaverse uygulamaları ve Metaverse'te insan temsili olarak sanal avatarların oluşturulmasına yardımcı olmak için kablosuz/havadan Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI) kullanan öncü bir çerçeve önerisi sunmaktadır. Ayrıca çalışmada, dijital avatarların, kontrollü izinler altında kullanıcıların eylemlerini tahmin etmek için insan beyni sinyallerinden öğrenebileceği vurgulanmaktadır.
Crespo-Pereira, Verónica; Sánchez-Amboage, Eva; Membiela-Pollán, Matías	2023	Facing the challenges of Metaverse: a systematic literature review from Social Sciences and Marketing and Communication	Pazarlama, iletişim ve sinirbilim bağlamında sosyal bilimler alanında Metaverse ile ilgili teknoloji, uygulama ve metodolojideki eğilimler nitel analizle incelenmektedir.
López Bernal, Sergio, vd.	2022	When Brain-Computer Interfaces Meet the Metaverse: Landscape, Demonstrator, Trends, Challenges, and Concerns	BCI'lerin Metaverse'te mevcut uygulanabilirliğinin ilk analizi sunulmakta ve orta ile uzun dönemlerini de incelenmektedir.
Panagiotakopoulos, Dimitrios, vd.	2022	Digital Scent Technology: Toward the Internet of Senses and the Metaverse	Duyuların interneti (IoS) ve 6G teknolojisi bağlamında dijital koku teknolojisine ilişkin olarak kısa bir genel bakış sunmaktadır.
López Bernal, Sergio	2022	Cybersecurity on Brain-Computer Interfaces	BCI'larda siber güvenlikle ilgili literatür taraması sunulmakta, spontan nöral aktiviteyi etkileyebilecek yeni siber saldırılar önerilmektedir.
Sun, Mengting, vd.	2022	The Metaverse in current digital medicine	Yapay zekâ teknolojileri ile (örneğin endüstriyel ölçekli dijital ikizler) işbirliği yapan Metaverse tıbbi platformlarının dijital tıp alanındaki uygulama olanakları ve tıbbi Metaverse'ün geleceği ele alınmaktadır.
Bian, Yiyang; Leng, Jiewu; Zhao, J. Leon.	2022	Demystifying Metaverse as a new paradigm of enterprise digitalization	İşletmelerin adaptasyonu için dört Metaverse mekanizmasının (blok zincirleştirme, oyunlaştırma, tokenleştirme ve sanallaştırma) ve kurumsal dijitalleşmenin 4P'sinin (insanlar, yer, ürün ve süreç) analizi sunulmaktadır.

Falk, Tiago H., Le, Long B., Morandotti, Roberto	2022	The Internet of Senses: A Position Paper on the Challenges and Opportunities of Multisensory Immersive Experiences for the Metaverse	Geleceğin interneti olarak nitelenen Duyuların İnternet'ini (IoS) geliştirmedeki zorlukların ve çoklu duyuşal süreleyici deneyimlerin üretim, perakende, sağlık, eğence alanlarındaki avantajlarının ele alınması. Kanada'da disiplinlerarası araştırmacılar tarafından IoS ve Metaverse teknolojileri ile uygulamaları konusunda gerçekleştirilen testlerden bahsedilmektedir.
--	------	--	---

Sonuç

Metaverse her geçen gün gelişen teknoloji sayesinde bireylere sağlık, oyun, pazarlama ve reklamın yanı sıra daha birçok farklı alanda yeni imkanlar, vaatler ve deneyimler sunmaya devam etmektedir. Teknolojik gelişmelere koşut ilerleyen ve Metaverse ile insan yaşamına eklemlenmeye başlayan bu yenilikler avantajlarla birlikte birtakım dezavantajları da beraberinde getirmektedir. BCI'lar ve Metaverse ilişkisini farklı bağlamlarda ele alan güncel çalışmaların ulusal ve uluslararası literatürde yer bulduğu görülmektedir. Metaverse'te BCI kullanımı bağlamında yukarıda sıralanan birçok avantaj (meta-tıp, avatar ile hareket aksiyonu, sürekli etkileşim, bedensel verilerle biyolojik katılım, sürükleyici ve öğretici kullanıcı deneyimi vb.) belirtilmekle birlikte öne çıkan, sıkça vurgulanan ve dezavantaj olarak görülen durumlar mahremiyet ve siber güvenliğin sağlanması şeklinde gündeme alınmaktadır. Bu bağlamda güncel ve kapsamlı önlemlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır.

Yapay zekâ ile geliştirilen BCI'ların tıp alanının ötesinde ivme kazanan ilerlemeleri; siber güvenlik, ikili kullanım ve beyin korsanlığı gibi birçok endişeyi de gündeme getirmektedir (Soekadar ve diğerleri, 2023). Sanal ve gerçekliğin kaynaşması, Metaverse'ün yüksek derecede daldırması sonucunda siber-sendrom sorununun daha da önemli bir noktaya taşındığı vurgulanmaktadır (Ning ve diğerleri, 2023). Sürükleyici ve etkileşimli deneyimler sunan Metaverse ile kapısı aralanan "ütöpik mi yoksa distöpik bir gelecek mi?" sorusu ise üzerine sıkça tartışılmaya devam edecek ve güncel çalışmalara da hareket noktası oluşturacak gibi görünmektedir.

Kaynakça

- Alankuş, Z., ve Anıl, F. (2022). Metaverse evreninde pazarlama: 7p pazarlama karması üzerinden bir değerlendirme. *Uluslararası Halkla İlişkiler ve Reklam Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 134-168.
- Ali, S. A., ve Khan, R. (2023). Metaverse marketing vs digital marketing. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 8(1), 385-388. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7564322>
- Averbek, G. S., ve Türkyılmaz, C. A. (2022). Sanal evrende markaların geleceği: Yeni internet dünyası Metaverse ve marka uygulamaları. İçinde M. Baş ve İ. Erdoğan Tarakçı (Der.), *Sosyal bilimlerde multidisipliner çalışmalar teori, uygulama ve analizler* (ss. 99-136). Efe Akademi Yayınları.

- Ayaz, Z., ve Ersöz, B. (2022). Metaverse evrenine doğru reklamcılık. *Ankara Hacı Bayramı Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 708-729. <https://doi.org/10.26745/ahbvuibfd.1092245>
- Benrimoh, D., Chheda, F. D., ve Margolese, H. C. (2022). The best predictor of the future—the Metaverse, mental health, and lessons learned from current technologies. *JMIR Mental Health*, 9(10). Erişim Haziran 20, 2023, <https://mental.jmir.org/2022/10/e40410>
- Bhattacharya, P., Saraswat, D., Savaliya, D., Sanghavi, S., Verma, A., Sakariya, V., Tanwar, S., Sharma, R., Raboaca, S. M., ve Manea, D. L. (2023). Towards future internet: The Metaverse perspective for diverse industrial applications. *Mathematics*, 11(941). <https://doi.org/10.3390/math11040941>
- Bian, Y., Leng, J., ve Zhao, J. L. (2022). Demystifying Metaverse as a new paradigm of enterprise digitization. İçinde J. Wei ve Zhang L. (Düz.), *Big Data–BigData 2021* (ss. 109-119). Cham: Springer International Publishing.
- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu. (2022). Metaverse ve NFT: Tehditler ve fırsatlar araştırma raporu. Erişim Haziran 20, 2023, <https://www.btk.gov.tr/arastirma-raporlari>.
- Blockchain Council. Web 3.0 vs. Metaverse: A detailed comparison. Erişim Mayıs 20, 2023, <https://www.blockchain-council.org/metaverse/web-3-0-vs-metaverse/>
- BNCI Horizon. (2020). *Roadmap the future in brain/neural computer interaction: horizon 2020*. Erişim Haziran 20, 2023, http://bnci-horizon-2020.eu/images/bncih2020/Roadmap_BNCI_Horizon_2020.pdf
- Cabrera, L. Y., ve Weber, D. J. (2023). Rethinking the ethical priorities for brain-computer interfaces. *Nature Electronics*, 6, 99-101. <https://doi.org/10.1038/s41928-023-00928-w>
- Canbay, Y., Utku, A., ve Canbay, P. (2022). Privacy concerns and measures in Metaverse: A review. İçinde *2022 15th International Conference on Information Security and Cryptography (ISCTURKEY)*. IEEE, 80-85.
- Council of The European Union. (2022). Metaverse-virtual world, real challenges. *Art Analysis and Research Team*. Erişim Haziran 20, 2023, <https://www.consilium.europa.eu/media/54987/metaverse-paper-9-march-2022.pdf>
- Crespo-Pereira, V., Sánchez-Amboage, E., ve Membiela-Pollán, M. (2023). Facing the challenges of Metaverse: A systematic literature review from social sciences and marketing and communication. *Profesional de la información*, 32(1). <https://doi.org/10.3145/epi.2023.ene.02>
- Daşdemir, Y. (2022). A brain-computer interface with gamification in the Metaverse. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 13(4), 645-652. <https://doi.org/10.24012/dumf.1134296>
- Durukal, E., ve Armağan, E. (2022). Metaverse ve pazarlamaya etkileri. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 11(3), 1890-1909. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1103557>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Wang, Y., Alalwan, A. A., Ahn, S. J., Balakrishnan, J., ve Wirtz, J. (2023). Metaverse marketing: How the Metaverse will shape the future of consumer research and practice. *Psychology & Marketing*, 40(4), 750-

776. <https://doi.org/10.1002/mar.21767>
- Eskiadi, I. G., ve Panagiotou, N. (2022). Crisis communication in the Metaverse era. İçinde Y. Erkan, A. Paksoy, C. Cingi ve S. Süllü Durul (Der.), *Current Studies in Communication Sciences-1*. Literatürk Academia.
- EUBlockchain Observatory and Forum (2022). Metaverse. Erişim Haziran 20, 2023, <https://www.eublockchainforum.eu/taxonomy/term/1186>
- Falk, T. H., Le, L. B., ve Morandotti, R. (2022). The Internet of senses: A position paper on the challenges and opportunities of multisensory immersive experiences for the Metaverse. İçinde *2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRINE)* (ss. 139-144). IEEE.
- GAO. (2022). *Science & tech spotlight: Brain-computer interfaces*. Erişim Mart 25, 2023, <https://www.gao.gov/products/gao-22-106118>
- Hackl, C., Lueth, D., ve Di Bartolo, T. (2022). *Navigating the Metaverse: A guide to limitless possibilities in a Web 3.0 world*. John Wiley & Sons.
- Hieu, N. Q., Hoang, D. T., Nguyen D. N., ve Dutkiewicz E. (2023). Enabling immersion and presence in the Metaverse with over-the-air brain-computer interface. *arXiv preprint*, Erişim Mart 22, 2023, <https://arxiv.org/pdf/2303.10577.pdf>
- Hollensen, S., Kotler, P., ve Opresnik, M. O. (2022). Metaverse—the new marketing universe. *Journal of Business Strategy*, 44(3), 119-125. <https://doi.org/10.1108/JBS-01-2022-0014>
- Hwang, G. J., ve Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the Metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>
- Innovate UK KTN. (2022). Security and ethics of human augmentation workshop summary. [https://iuk.ktn-uk.org/wp-content/uploads/2022/03/Innovation Networks_HumanAug_Workshop_Final.pdf](https://iuk.ktn-uk.org/wp-content/uploads/2022/03/Innovation_Networks_HumanAug_Workshop_Final.pdf)
- Kim, J. (2021). Advertising in the Metaverse: Research agenda. *Journal of Interactive Advertising*, 21(3), 141-144. <https://doi.org/10.1080/15252019.2021.2001273>
- Kim, M., Cho, J., Shin, H., ve Lee S. (2023). Towards brain-based interface for communication and control by skin touch. İçinde *2023 11th International Winter Conference on Brain-Computer Interface (BCI)*, (ss. 1-5), IEEE.
- 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). <https://doi.org/10.3352/jeehp.2021.18.32>
- López Bernal, S. (2022). *Cybersecurity on brain-computer interfaces*. Proyecto de investigación.
- López Bernal, S., Pérez, M. Q., Beltrán, E. T. M., Pérez, G. M., ve Celdrán A. H. (2022). When brain-computer interfaces meet the Metaverse: Landscape, demonstrator, trends, challenges, and concerns. *arXiv preprint*, 2022a. Erişim Haziran 20, 2023, <https://arxiv.org/abs/2212.03169>
- Martins, L. B. ve Wolfe, S. G. (2022). *Metaversed: See beyond the hype*. Wiley,

- Mete, M. H. (2022). Metaverse teknolojileri ve etki alanları. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 155-171.
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., ve Daneshmand, M. (2023). A survey on the Metaverse: The state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. <https://doi.org/10.1109/IJOT.2023.3278329>
- Özcan, B. (2023). Metaverse gelecekte mi kaldı?. *Softech 2023 Teknoloji Raporu*, (s.26-35).
- Panagiotakopoulos, D., Marentakis, G., Metzidakos, R., Deliyannis, I., ve Dedes, F. (2022). Digital scent technology: Toward the internet of senses and the Metaverse. *IT Professional*, 24(3), 52-59. <https://doi.org/10.1109/MITP.2022.3177292>
- Rijmenam, M. van. (2022). *Step into the Metaverse: How the immersive internet will unlock a trillion-dollar social economy*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Sengupta, A. (2022). Metaverse: The emergence of digital reality. *AINA (AI and Analytics)*. Erişim Haziran 20, 2023, <https://ir.iimcal.ac.in:8443/jspui/handle/123456789/4064>
- Sevli, O. (2022), Sağlık ve yapay zekâ. İçinde M. Bilen (Düz.), *Yapay Zekânın Değiştirdiği Dinamikler* (ss. 48-66). Eğitim Yayınevi.
- Shi, Feifei, Ning, H., Zhang, X., Li, R., Tian, Q., Zhang, S., Zheng, Y., Guo, Y., ve Daneshmand, M. (2023). A new technology perspective of the Metaverse: Its essence, framework and challenges. *Digital Communications and Networks*. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.02.017>
- Soekadar, S. R., Vermehren, M., Colucci, A., Haslacher, D., Bublitz, C., Ienca, M., ve Blankertz, B. (2023). Future developments in brain/neural-computer interface technology. İçinde V. Dubljevic ve A. Coin (Der.), *Policy, Identity, and Neurotechnology* (ss. 65-85). Springer.
- Song, X. L., Liu, Y., Dogn, J. N., ve Huang Y. (2022). Application and prospect of blockchain in Metaverse. *Chinese Journal of Network and Information Security*, 8(4), 45-65. <https://doi.org/10.11959/j.issn.2096-109x.2022045>
- Sun, M., Xie, L., Liu Y., Li, K., Jiang, B., Lu, Y. Yang, Y., Yu, H., Song, Y., Bai, C., ve Yang, D. (2022). The Metaverse in current digital medicine. *Clinical eHealth*, 5, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2022.07.002>
- Şahinbaş, K., ve Güneş, T. B. (2022). Metaverse evrenin karakteristik özellikleri, teknolojik bileşenleri ve sektörel uygulamaları. İçinde H. Kılıç (Der.), *Metaverse Evreninde Bütünleşik Pazarlama İletişimi* (ss. 15-47).
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü. (2022). Yenilikçi Teknolojiler Alanları Listesi (Taslak). Erişim Haziran 20, 2023, [https://anket.sanayi.gov.tr/upload/surveys/584754/files/Yenilikçi%20ve%20Yıkıcı%20Teknolojiler%20Hamle%20Programı%20Liste%20Taslağı\(1\).pdf](https://anket.sanayi.gov.tr/upload/surveys/584754/files/Yenilikçi%20ve%20Yıkıcı%20Teknolojiler%20Hamle%20Programı%20Liste%20Taslağı(1).pdf)
- Teknotorite. (2021, Ocak 27). Valve kurucusu Gabe Newell: “Duyguları editlemek mümkün olacak”. Erişim Haziran 20, 2023, <https://www.teknotorite.com/valve-kurucusu-gabe-newell-duygulari-editlemek-mumkun-olacak/>
- Torun, N. K., ve Torun, T. (2022). Metaverse ve din kavramlarının sosyal medya

- madenciliği yolu ile incelenmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2511-2526. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1099247>
- Türk, G. D., Bayrakcı, S., ve Akçay, E. (2022). Metaverse ve benlik sunumu. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 12(2), 316-333.
- Uçar, E. (2022). Spot dosya dijital evren: Metaverse, *CYBER Spot*, 25, 14-15. Erişim Haziran 20, 2023, <https://www.cyberpark.com.tr/content/upload/bulletins/documents/cyberspot25web-20220526104702.pdf>
- Ünlü, M. M. (2022). Metaverse ve görsel sanat. *AKRA Kültür Sanat ve Edebiyat Dergisi*, 10(28), 47-70. <https://doi.org/10.31126/akrajournal.1067714>
- Wang, X., Wang, J., Wu, C., Xu, S., ve Ma W. (2022). Engineering brain: Metaverse for future engineering. *AI in Civil Engineering*, 1(2), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s43503-022-00001-z>
- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T. H., ve Shen, X. (2022). A survey on Metaverse: Fundamentals, security, and privacy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3202047>
- Yılmaz, F., Mete, A. H., Fidan Türkön, B., ve İnce, Ö. (2022). Sağlık hizmetlerinin geleceğinde Metaverse ekosistemi ve teknolojileri: Uygulamalar, fırsatlar ve zorluklar. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment (EHTA)*, 6(1), 12-34. <https://doi.org/10.52148/ehta.1082705>