



2025, 14 (2), 603-635 | Araştırma Makalesi

Dijital Dünyada Metaverse ve Yapay Zekâ Teknolojilerinin İşletmeler Üzerindeki Etkisi

Ayberk CAYMAZ ¹

Agah Sinan ÜNSAR ²

Öz

İnsanlığın doğuşundan beri teknolojik gelişim hızlı bir şekilde sürmektedir. Dijitalleşmenin neredeyse her alana yayılması ile hem iş dünyasında hem de bireyin olağan yaşamında dijital evrenler odak noktası olmaya başlamıştır. Son zamanlarda ise hayatımıza dahil olmuş ve gittikçe çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanan iki kavramdan söz etmek gerekir. Bunlar yapay zekâ ve metaverse'dir. Metaverse, fiziki olmayan yani sanal bir ortamda fiziki ortama benzer biçimde iletişim olanaklarının mevcut olduğu ve bunu etkinleştiren blok zinciri, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, genişletilmiş gerçeklik ve yapay zekâ gibi teknolojiler ile avatar adı verilen dijital varlıklar sayesinde dijital bir dünyaya kapı açan evrendir. İşletmeler için yeni bir pazarın kapıları açılmakla beraber bu teknolojilerin kullanımı sayesinde daha fazla müşteriye erişim kolaylaşmaktadır. Birçok işletme metaverse dünyasında mağazalar açmakta, arsalar almakta, giysi, ayakkabı, gıda ürünleri üretmekte, konserler, etkinlikler ve oyunlar düzenlemektedir. Bu durum rekabet üstünlüğü ve verimlilik elde edilmesine de olanak sağlamaktadır. Başta Amerika, Çin, Japonya, Güney Kore gibi ülkeler ve işletmeleri metaverse ve yapay zekâ kullanımında ön sıralarda yer almakta olup ülkemizde de hem devlet tarafından hem de işletmeler tarafından çeşitli adımlar atılmıştır. Bu çalışmada, dijital dünyada çok popüler kavramlar haline gelen metaverse ve yapay zekânın çeşitli işletme örnekleri ile beraber önemi gösterilmeye çalışılmış gelecekte yapılacak araştırmalar için literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Yapay zekâ ve metaverse kullanımının artması ile beraber hem dünyada hem de ülkemizde bu teknolojilerin işletmeler üzerinde ne derecede etkisi olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Her alana yayılmaya başlayan bu iki kavramın literatürde kendine daha fazla yer edinmesiyle işletmelerin sürdürülebilirliği açısından ciddi katkıları olacağı düşünülmektedir. Ayrıca metaverse ve yapay zekâyı dayalı teknolojilere uygun altyapı ve veri gizliliği politikalarının uygulanmasının, bu teknolojileri yaşamımıza entegre etme konusunda son derece önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Metaverse Teknolojileri, Yapay Zekâ, Üretken Yapay Zekâ, Metaverse Kullanan İşletme Örnekleri

Caymaz, A., & Ünsar, A. S. (2025). Dijital Dünyada Metaverse ve Yapay Zekâ Teknolojilerinin İşletmeler Üzerindeki Etkisi. İnsan Ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 14(2), 603-635. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1603086>

Geliş Tarihi	17.12.2024
Kabul Tarihi	24.05.2025
Yayın Tarihi	30.06.2025
*Bu CC BY-NC lisansı altında açık erişimli bir makaledir.	

¹ İktisat Bölümü Lisans Mezunu, Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kocaeli, Türkiye, caymazayberk@gmail.com, ORCID: 0009-0002-4708-3483

² Prof. Dr., Trakya Üniversitesi, Yönetim ve Organizasyon Ana Bilim Dalı, Edirne, Türkiye, sinanunsar@trakya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2719-8689



2025, 14 (2), 603-635 | Research Article

The Impact of Metaverse and Artificial Intelligence Technologies on Businesses in the Digital World

Ayberk CAYMAZ ¹

Agah Sinan ÜNSAR ²

Abstract

Technological development has been rapidly ongoing since the dawn of humanity. With the spread of digitalization to almost every field, digital universes have become the focal point in both the business world and the individual's ordinary life. Recently, it is necessary to mention two concepts that have become a part of our lives and are increasingly being used in various fields. These are artificial intelligence and metaverse. Metaverse is the universe that opens the door to a digital world thanks to technologies such as blockchain, virtual reality, augmented reality, extended reality and artificial intelligence, and digital assets called avatars, where communication opportunities similar to the physical environment are available in a non-physical, that is, virtual environment. While the doors of a new market are opened for businesses, access to more customers becomes easier thanks to the use of these technologies. Many businesses open stores in the metaverse world, buy land, produce clothes, shoes, food products, organize concerts, events and games. This also allows for competitive advantage and efficiency. Countries and businesses such as America, China, Japan, South Korea are at the forefront in the use of metaverse and artificial intelligence, and various steps have been taken by both the state and businesses in our country. In this study, it is aimed to show the importance of metaverse and artificial intelligence, which have become very popular concepts in the digital world, with various business examples, and to contribute to the literature for future research. With the increase in the use of artificial intelligence and metaverse, it is tried to reveal the extent to which these technologies have an impact on businesses both in the world and in our country. It is thought that these two concepts, which have started to spread to every field, will make serious contributions to the sustainability of businesses as they gain more space in the literature. In addition, it has been concluded that the implementation of appropriate infrastructure and data privacy policies for metaverse and artificial intelligence-based technologies is extremely important in integrating these technologies into our lives.

Keywords: Metaverse, Metaverse Technologies, Artificial Intelligence, Generative Artificial Intelligence, Business Examples Using Metaverse

Caymaz, A., & Ünsar, A. S. (2025). The Impact of Metaverse and Artificial Intelligence Technologies on Businesses in the Digital World. *Journal of the Human and Social Science Researches*, 14(2), 603-635. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1603086>

Date of Submission	17.12.2024
Date of Acceptance	24.05.2025
Date of Publication	30.06.2025
*This is an open access article under the CC BY-NC license.	

¹ Bachelor of Science in Economics, Kocaeli University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Kocaeli, Türkiye, caymazayberk@gmail.com, ORCID: 0009-0002-4708-3483

² Prof. Dr., Trakya University, Department of Management and Organization, Edirne, Türkiye, sinanunsar@trakya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2719-8689

Giriş

John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude Shannon yapay zekâ üzerine yaptıkları araştırma projesi için 1955 yılında bir öneri sunmuşlardır. 1956 yılında, seçilmiş bir grup bilim insanının aşağıdaki konular üzerinde çalıştığı belirtilmektedir (Marburger, 2024, s. 2):

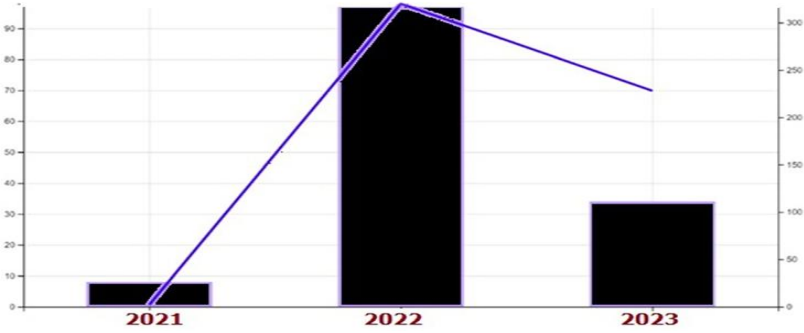
1. Otomatik bilgisayarlar
2. Bir bilgisayar bir dili kullanacak şekilde nasıl programlanabilir,
3. Nöron ağları,
4. Bir hesaplamanın büyüklüğü teorisi,
5. Kendini geliştirme,
6. Soyutlamalar,
7. Rastgelelik ve yaratıcılık.

Önerinin girişinde yazarlar, çalışmanın, öğrenmenin her yönünün veya zekânın herhangi bir başka özelliğinin prensipte o kadar kesin bir şekilde tanımlanabileceği ve bir makinenin bunu simüle edebileceği varsayımına dayanarak ilerlemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bir makine bir işi yapabiliyorsa, o zaman otomatik bir hesap makinesi makineyi simüle edecek şekilde programlanabilir. Mevcut bilgisayarların hızları ve bellek kapasiteleri, insan beyninin daha yüksek işlevlerinin çoğunu simüle etmek için yetersiz olabilir ancak en büyük engel makine kapasitesinin eksikliği değil, sahip olduklarımızdan tam olarak yararlanan programları yazma beceriksizliğimiz olduğunu ifade etmektedirler. Marburger (2024, s. 2), çalışmasında, şu anda var olan bilgi işlem gücü ve programlardan ötürü her iki sorunun da 70 yıl sonra çözüldüğünü ve beklentileri aştığını ifade etmektedir.

Yapay zekâ kısaca bilgisayar sistemleri tarafından insan zekâsının simülasyonu anlamına gelir. Ancak, bu kavram genellikle verilerin analizini ve yorumlanmasını, desen tanımayı ve otomatik karar vermeyi içeren geniş bir teknoloji yelpazesi için kullanılmaktadır (Biesheuvel vd., 2024, s. 3).

Şekil 1, son beş yılda yapay zekâ ve metaverse anahtar kelimelerini kullanan Web of Science'ın yayınlarını ve alıntılarını açıklamaktadır. Metaverse içindeki yapay zekâ yayınlarının 2021 yılında aktif olmaya başladığı belirtilmektedir. Önceki yıllarda (2019, 2020) bu iki araştırma alanını birleştiren hiçbir yayın yoktur. Sonraki, son 3 yılda metaverse'de yapay zekâ kullanımına ilişkin 217 yayının dağılımının özeti ve analizi yer almaktadır. Tablo 1'de ise metaverse içinde yapay zekâyı içeren çeşitli araştırma alanları için (2021–2023) yayın sayılarının kısa bir incelemesi sunulmaktadır. Bu istatistiklere dayanarak, yayınların çoğunun mühendislik, elektrik, elektronik ve bilgisayar bilimi yapay zekâ alanlarından geldiğini görebiliyoruz; bu da bu alanların metaverse'de yapay zekâ uygulamalarını keşfetmede önemini göstermektedir. Bilgisayar bilimi bilgi sistemleri, telekomünikasyon ve bilgisayar bilimi siberetik de önemli sayıda yayına katkıda bulunmaktadır (Soliman, 2024, s. 2).

Şekil 1: Yapay zekâ ve metaverse anahtar kelimelerini kullanarak Web of Science tarafından son üç yılda yapılan yayınlar ve atıflar (2021'den 2023'e)



Kaynak: (Soliman, 2024, s. 3)

Metaverse ve avatar kelimeleri ilk olarak Neal Stephenson tarafından 1992'de yazılan bilimkurgu romanı "Snow Crash"te ortaya çıkmıştır; eser, insanların 3D bir ortamda birbirleriyle nasıl etkileşime girebileceğini ve iletişim kurabileceğini açıklamaktadır. Metaverse, son 30 yılda birçok yönden gelişme kaydetti ve AR, VR ve MR teknolojilerinin giderek olgunlaşmasıyla birlikte dijital sanal dünyalara olan talep arttı (Lu vd., 2024, s. 3).

Bu kavram zamanla genişletilmiş ve Ekim 2021'de Mark Zuckerberg, Facebook'un metaverse'ü inşa etme yönündeki değişimini belirtmek için Meta olarak yeniden markalanacağını duyurmuştur. Bu duyuru ile hem akademi hem de endüstride ilgi gören sürdürülebilir kalkınma hedefleri için metaverse kavramına dikkat çekildiği görülmektedir. Metaverse, insanların dijital alanlarda etkileşime girebileceği ve daha sürükleyici bir deneyim yaratabileceği sanal bir ortamdır. Bu, sonunda çoğu çevrimiçi deneyime açılan kapı görevi görecektir ve fiziksel dünyayı da önemli ölçüde etkileyecek kalıcı bir 3D sanal dünyalar ağıdır. Daha önce bilimkurgu ve video oyunları ile sınırlı olan bu fikirler, finans, sağlık, eğitim ve tüketici ürünleri gibi çeşitli endüstrilerde devrim yaratmaya hazır duruma gelmiştir. Metaverse ve yapay zekâ (AI), yaşam, çalışma ve birbirimizle etkileşim kurma biçimimizde devrim yaratmaya hazırlanan ve hızla gelişen iki teknolojidir. Metaverse, fiziksel ve dijital dünyaların birleştirilmesiyle oluşturulan sanal bir dünyadır ve sürükleyici deneyimler ve sosyal etkileşim için yeni bir platform sağlaması beklenmektedir. Yapay zekâ ise makinelerin konuşmayı ayırt etme, görüntüleri inceleme ve karar verme gibi tipik olarak insan zekâsını gerektiren görevleri yürütme yeteneğini ifade etmektedir (Soliman vd., 2024, s. 3).

Tablo 1: Son üç yılda metaverse'de yapay zekâ kullanımına ilişkin yayın sayıları (2021–2023)

Yayın Araştırma Alanı	Yayın Sayısı
Mühendislik elektrik elektronik	54
Bilgisayar Bilimi Yapay Zekâ	39
Bilgisayar Bilimi Teori Yöntemleri	18
Enstrümanlar	16
Bilgisayar Bilimi Bilgi Sistemleri	40

Telekomünikasyon	28
Multidisipliner Malzeme Bilimi	16
Uygulamalı Fizik	14
Bilgisayar Bilimi Sibernetik	22
Bilgisayar Bilimi Disiplinlerarası Uygulamalar	15

Kaynak: (Soliman vd., 2024, s. 3).

Durum çalışması, kısıtlı bir sistemin nasıl çalıştığı hakkında yöntemli bir şekilde bilgi toplanarak derinlemesine inceleme yapılan metodolojik bir yaklaşımdır (Subaşı ve Okumuş, 2017, s. 420). Bu çalışmada bir araştırma yöntemi olarak kabul gören durum çalışması tercih edilerek mevcut durum tanımlamalar, tarihsel süreçler ve örnekler üzerinden betimlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışma ile ulusal ve uluslararası işletmelerin yapay zekâ ve metaverse gibi dijital teknolojileri nerelerde ve nasıl kullandıkları, gelecekte bu teknolojilerin işletmelere neler getireceğinin anlaşılabilmesi bakımından literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Yöntem olarak belirli anahtar sözcüklerle erişilebilen ulusal ve uluslararası dergilerde yayımlanmış makaleler incelenmiş ve elde edilen veriler derlenmiştir. Henüz literatürde sınırlı çalışmanın olduğu metaverse ve yapay zekâ teknolojilerinin işletmeler üzerindeki potansiyel etkilerini anlayabilme ve geleceğe yönelik etkileri bakımından çıkarımlar yapabilmek bu makalenin diğer çalışmalardan ayrılması konusunda en önemli amaçlarındandır.

Bu amaç doğrultusunda ilk başta metaverse kavramı ve tarihsel süreci anlatılmıştır. Daha sonra, metaverse'yi etkinleştiren teknolojilerin detaylı bir şekilde üzerinde durulmuş, metaverse kullanan işletme örneklerine yer verilmiş, işletmelerin metaverse ve yapay zekâ destekli pazarlama yetenekleri anlatılmış, avatar kavramına değinilmiş, metaverse ve yapay zekâ arasında nasıl bir ilişki olduğu üzerinde durularak metaverse için üretken yapay zekâ açıklanmaya çalışılmıştır. Son aşamada ise gelecekte bu teknolojiler için iş ve yönetim alanlarında araştırma yapılabilecek konularda önerilere yer verilmiştir.

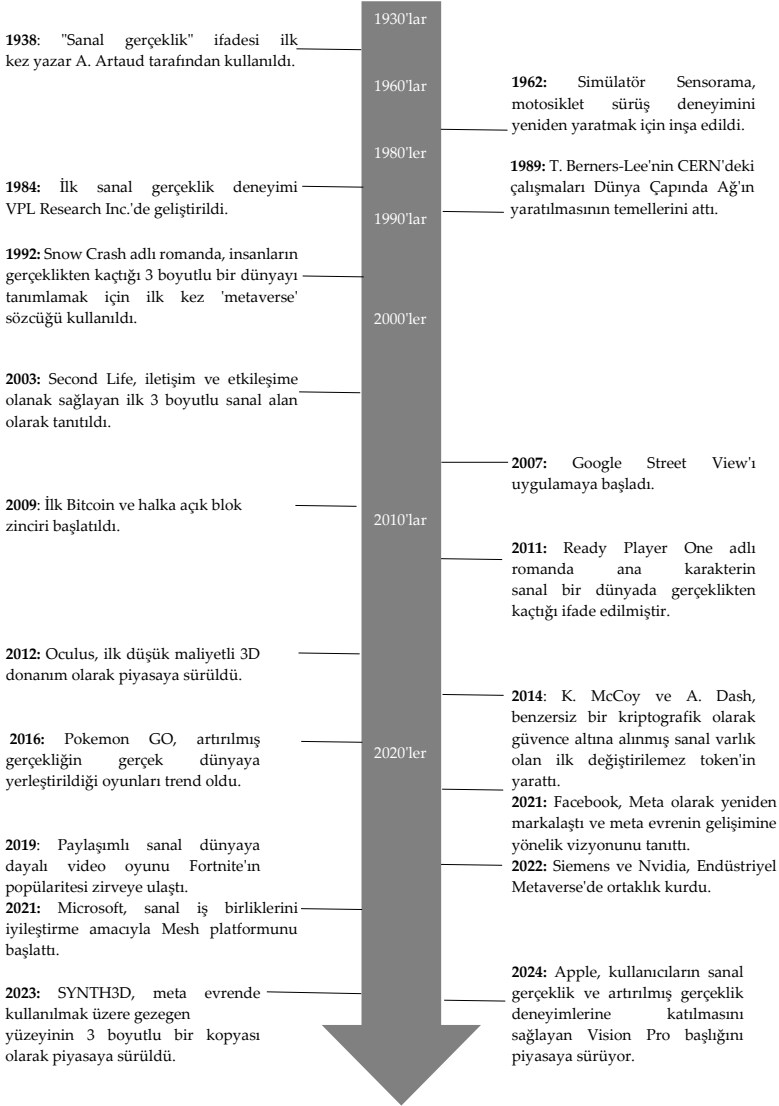
1. Metaverse Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Metaverse kelimesi iki kelimenin birleşimidir, “meta” ön eki “ötesine” atıfta bulunur ve “verse” son eki ise “evren” ile ilişkilidir. Bugüne kadar, iş araştırmaları bağlamında kullanıldığında metaverse için genel kabul görmüş bir tanım yoktur. Bunun nedeni, teknolojinin hala erken bir aşamada olmasıdır. Öncü araştırmacılar, metaverse'in fiziksel dünyanın ötesinde bir evren olduğunu ve bunun sanal olarak zenginleştirilmiş fiziksel gerçeklik ile fiziksel olarak kalıcı sanal alanın bir araya gelmesini ima ettiğini iddia etmektedir (Sze vd., 2024, s. 2).

Metaverse, etkileşimlerin sanal olarak gerçekleştirildiği ve ekosistemin kullanıcıların paylaşılan değerleri, normları ve hedefleri tarafından şekillendirildiği dijital platformlar tarafından etkinleştirilen sosyo-ekonomik, sürükleyici bir siber-fiziksel ekosistemdir. Ayrıca, metaverseler kullanıcıların birbirleriyle ve yazılım araçlarıyla avatarlar olarak etkileşime girdiği, doğal dünyanın metaforunu kullanan ancak onun fiziksel sınırlamaları olmayan sürükleyici üç boyutlu sanal dünyalardır (Gandhi vd., 2024, s. 2).

Tanımı gereği metaverse, internetin bir sonraki aşamasıdır; dijital ve fiziksel dünyaları birbirine bağlayan sürekli genişleyen ve dinamik bir ortamdır. Kullanıcıların avatarlarıyla dolu kalıcı ve sürükleyici üç boyutlu (3D) bir dünya yaratarak hayatlarımızı devrim niteliğinde değiştirme potansiyeline sahiptir (Senadheera vd., 2024, s. 1).

Şekil 2: 1938'den itibaren Metaverse'in Evrimi



Kaynak: (Checcucci vd., 2024, s.3)

Metaverse terimi ilk olarak Neal Stephenson'ın 1992'de "Snow Crash" adlı kitabında tanıtılmıştır; ancak araştırmacılar ve politika yapımcılar arasında nispeten yabancı kalmaya devam etmektedir. Zaman geçtikçe metaverse terimi bireylerin günlük aktivitelerde

avatarlar veya takma adlar olarak göründükleri hayali bir alanı ifade etmeye başlamıştır. Mark Zuckerberg'in yeni metaverse konseptine göre, insanlar sürükleyici bir ortamda gerçek ve sanal dünyalar arasında sorunsuz bir şekilde etkileşim kurabilecek, iş birliği yapabilecek ve sosyalleşebileceklerdir (Shahzad vd., 2024, s. 2).

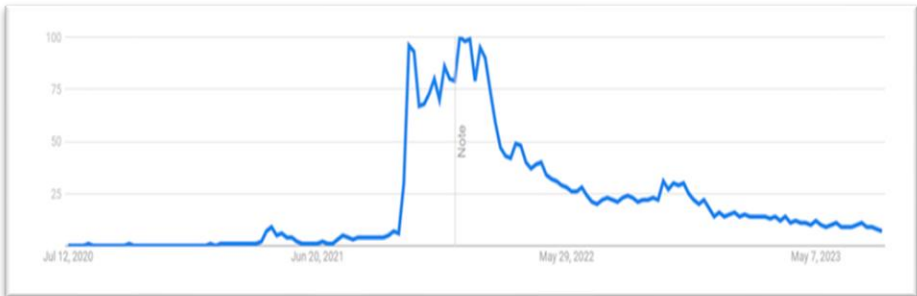
Yoo vd. (2023, s. 174-177) yaptıkları kavramsallaştırma analizine dayanarak metaverse kavramını, yüksek tüketici dalma tekniklerini kullanarak teknolojik aracılık algısını azaltan, aktarılabilir ve benzersiz dijital varlıklarla birlikte, kullanıcı tarafından oluşturulan dijital kişiliklerin birbirleriyle etkileşime girmesine izin veren 3 boyutlu ortamlardan oluşan çevrimiçi paylaşımlı alan olarak tanımlamaktadır.

Metaverse kavramı, bilimkurgu romanı "Snow Crash"ın yazarı Neal Stephenson tarafından ortaya atıldığından beri yaklaşık otuz yıl geçmiştir. Roman, metaverse'i kullanıcıların avatarlar aracılığıyla etkileşime girdiği, internetin VR tabanlı bir halefi olarak tanımlamaktadır. Mark Zuckerberg, o zamanki Facebook'a yeni bir tür internet (metaverse) yaratmak için önemli yatırımlar yaptığını ve ardından Meta olarak yeniden markalaştığını duyurduğundan beri metaverse'in potansiyel etkisi ve metaverse'ye ne zaman gireceği akademisyenler ve uygulayıcılar arasında yaygın olarak tartışılmaktadır (Büchel & Spinler, 2024, s. 2). Şekil 2'de Metaverse'in geçmişten bugüne evrimi gösterilmiştir.

Pew Araştırma Merkezi ve Elon Üniversitesi tarafından yapılan bir çalışmada teknoloji uzmanları, iş insanları, politikacılar, araştırmacılar ve aktivistlerden oluşan 624 kişiye metaverse'in yönü hakkında düşünceleri sorulmuş ve elde edilen veriler ile "2040'ta Metaverse" adlı bir rapor düzenlenmiştir. Bu raporda, katılımcıların %54'ünün 2040 yılına kadar metaverse'in yarım milyar veya daha fazla kullanıcıya sahip olacağına ve yaşamlarının büyük bir bölümünde yer alacağı görüşünde oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle metaverse'in önümüzdeki yıllar için büyük bir potansiyeli olduğu söylenebilir (Ergüney & Tepe, 2023, s. 1181-1182).

Kamuoyunda ve çeşitli yatırım kuruluşlarında giderek artan coşku, Google Trends verilerinin incelenmesiyle desteklenebilir; metaverse kelimesinin sorgulanması, Şekil 3'de gösterildiği gibi aşağıdaki örüntüyü ortaya koymaktadır (Aysan vd., 2024, s. 2).

Şekil 3: Temmuz 2020'den Temmuz 2023'e kadar Google Trends'de "metaverse" kelimesinin popülaritesi

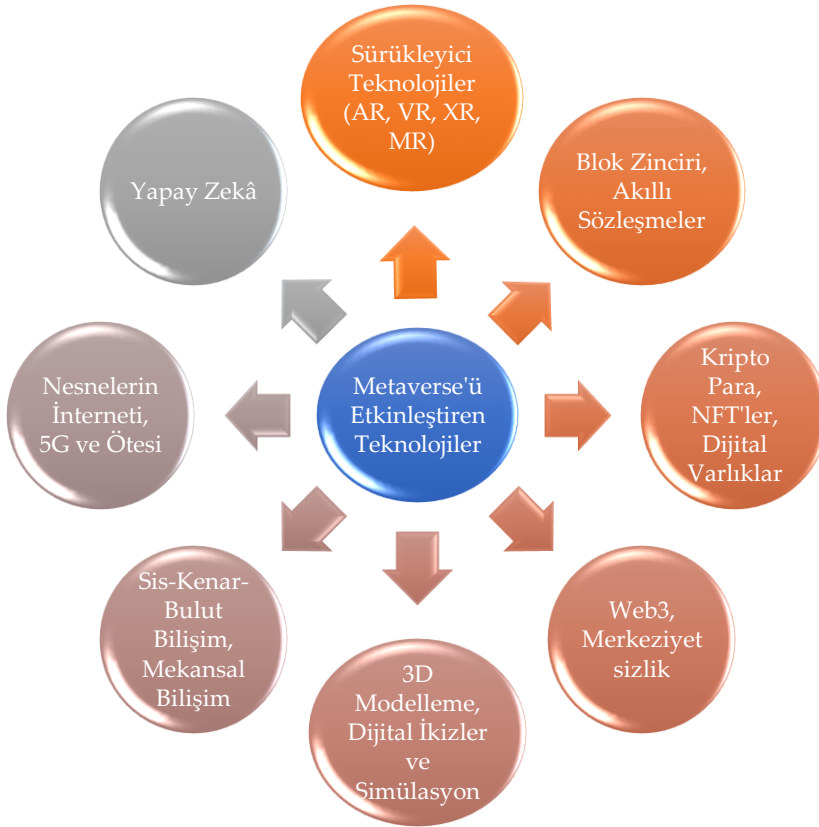


Kaynak: (Aysan vd., 2024, s. 2).

2. Metaverse'ü Etkinleştiren Teknolojiler

Bu bölümde sürükleyici dijital ortamlar yaratmak için bir araya gelen bir dizi yeniliği kapsayan metaverse'yi etkinleştiren teknolojiler incelenmiştir. Bu teknolojiler artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), genişletilmiş gerçeklik (XR), karma gerçeklik (MR), blok zinciri, değiştirilemez jetonlar (NFT'ler), dijital varlıklar ve kripto paralar, web3 ve merkeziyetsizlik, dijital ikizler, 3D modelleme ve simülasyon, sis-kenar-bulut (edge-fog-cloud) ve mekansal bilişim, nesnelerin interneti (IoT), 5G ağları ve yapay zekâ (AI)'yı içerir ancak bunlarla sınırlı değildir. Bu teknolojilerin hepsi birlikte metaverse'in temelini oluşturur, evrimini yönlendirir ve endüstriler genelinde sınırsız olasılıklarını şekillendirir. Şekil 4'de metaverse'in etkinleştirilmesini kolaylaştıran teknolojiler gösterilmektedir (Iqbal vd., 2024, s. 2-3).

Şekil 4: Metaverse'ü Etkinleştiren Teknolojiler



Kaynak: (Iqbal vd., 2024, s. 3).

2.1. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR)

Artırılmış gerçeklik, sanal unsurları gerçek dünyayla birleştiren, üç boyutlu olarak kaydedilen ve gerçek zamanlı olarak etkileşimli olan gelişen bir alandır. Artırılmış gerçeklik, teknolojik gelişmelerin öncülüğünde son yıllarda önemli ilgi görmüş bir kavramdır. Oyun, eğitim, sağlık, mimari ve üretim gibi sektörleri kapsayan geniş bir

uygulama yelpazesine sahiptir. Baş üstü cihazlar, artırılmış gerçeklik deneyimlerini etkinleştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Gözlük veya kask biçimindeki bu cihazlar, kullanıcının başına takılmak üzere tasarlanmıştır ve artırılmış gerçeklik için giyilebilir bir arayüz sağlamaktadır (Cauz vd., 2024, s. 1).

2.2. Sanal Gerçeklik (Virtual Reality-VR)

Sanal gerçeklik, en yaygın şekliyle, son zamanlarda genişletilmiş gerçeklik (XR) olarak adlandırılan fiziki ortamlardan sanal ortamlara kadar uzanan çeşitli teknolojilerin ortaya çıktığı bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Paulsen vd., 2024, s. 1). Sanal gerçeklik, genellikle davranışı (örneğin keşfetmeyi) motive eden ve kullanıcıyı gerçek dünya çevresinden neredeyse habersiz kılan yapay duyusal deneyimlerin sağlanması olarak tanımlanabilmektedir (Nuojua vd., 2024, s. 2).

Sanal gerçeklik, kullanıcıların simüle edilmiş, üç boyutlu bir dünyada etkileşime girmelerine ve varlık duygusunu deneyimlemelerine olanak tanıyan bilgisayar tarafından oluşturulmuş bir simülasyon ortamıdır. Bu teknoloji genellikle görsel, işitsel ve bazen dokunsal geri bildirim sağlayan baş üstü ekranlar veya özel projeksiyon sistemleri aracılığıyla elde edilmektedir (Ng vd., 2024, s. 2).

2.3. Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality-XR)

Genişletilmiş gerçeklik, sanal ve fiziksel deneyimi birleştiren sürükleyici teknolojileri ifade eden genel bir terimdir (Lareyre vd., 2024, s. 321). Genişletilmiş gerçeklik, sanal ve gerçek dünya ortamlarını birbirine bağlayan ve artırılmış gerçeklik ile sanal gerçekliği içeren bir dizi teknolojiyi kapsayan bir şemsiye terimdir ve insanların gerçekliğin fiziksel sınırlarının ötesindeki dünyayı deneyimlemelerine ve onunla etkileşime girmelerine yardımcı olmak için yeni olanaklar sunmaktadır (Pan vd., 2024, s. 2).

2.4. Karma Gerçeklik (Mixed Reality-MR)

Karma gerçeklik son zamanlarda hem endüstri hem de akademi için büyük bir ilgi konusu olmuştur. Karma gerçeklik, bilgisayar grafiklerine dayalı etkileşimin bir katmanıyla gerçek dünyanın geliştirilmesi sayesinde kişinin dünyayı görme biçimini değiştirebilmektedir. Kullanıcı, çevreye çizimler yerleştirerek karma gerçeklik dünyasını elde taşınabilir veya başa takılabilir bir cihazla görüntüleyebilmektedir. Microsoft HoloLens, karma gerçeklik cihazına bir örnektir. Karma gerçeklik ilk olarak 1990'larda havayolu ve hava kuvvetleri pilotları için bir eğitim aracı olarak tanıtılmıştır. Karma gerçeklik ve ilgili teknolojiler, eğitim ortamlarında kullanıldığında birçok avantaj sunmaktadır. Bu avantajlardan ilki, karmaşık ve soyut kavramların otantik bir ortamda görselleştirmesi ve bunlarla etkileşime girilmesi, diğer avantajı ise karma gerçekliğin sorunsuz etkileşimi ve iş birliğini teşvik etmesidir. Karma gerçeklik cihazlarının COVID-19 hastane ortamlarında uzaktan bakım sağlanmasına yardımcı olduğu sonucunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (John vd., 2022, s. 511).

2.5. Blok Zinciri (Blockchain)

Dördüncü teknolojik devrimin en tipik teknolojisi olan blockchain önemli derecede ilgi görmüş bir kavramdır. Blockchain'in tedarik zincirlerindeki en önemli rolünün bilgi şeffaflığı ve izlenebilirliğini sağlamak olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca blockchain, yeşil tedarik zincirlerinde bilginin doğruluğunun güvence altına alınması, karbon ayak izinin

azaltılması ve ürün sürdürülebilirliğinin doğrulanması gibi önemli avantajlara sahiptir (T. Yang vd., 2024, s. 3).

Son yıllarda blockchain teknolojilerinin kabulünün artmasıyla birlikte, ilgili literatürde blockchain teknolojilerinin uygulanmasının şeffaflık, veri yönetimi ve veri koruması açısından toplumun kurumlara olan güvenini artırdığı ve yolsuzlukla mücadele çabalarında oyunun kurallarını değiştirme potansiyeline sahip olduğu ileri sürülmektedir (Tahir vd., 2024, s. 7).

Sarker vd. (2021, s. 338) tarafından küresel deniz taşımacılığı üzerine yapılan bir çalışmada ise blockchain'in süreç ve belgeyle ilgili yolsuzluğu azalttığı sonucuna ulaşılmış ve blockchain teknolojisi yolsuzlukla mücadelede oyunun kurallarını değiştiren bir araç olarak tanımlanmıştır.

2.6. Değiştirilemez Jetonlar (Non-Fungible Tokens-NFT)

Blockchain tabanlı NFT'ler (değiştirilemez jetonlar), fiziksel veya dijital öğelerin benzersiz şekilde tanımlanabilir dijital temsilleridir. Genellikle, tokenlar (jetonlar) daha küçük birimlere bölünemez. NFT'ler, fiziksel veya dijital nesnelere atıfta bulunan yapılandırılmış meta verileri temsil etmektedir. Token'lar ayrı bir tanımlayıcı görevi görür ve genellikle nesnelere bağlı değildir. Bunları savunanlar, dijital veya fiziksel ürünlerin birlikte çalışabilir ticarileştirilmesini illettiklerini iddia etmektedir (Idelberger & Mezei, 2022, s. 2).

Kripto paraların başarısı son birkaç yılda çeşitli dijital varlıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunlardan değiştirilemez jetonlar (NFT'ler) popüler bir dijital varlık sınıfı haline gelmiştir. NFT'ler, dijital bir mülkün (videolar, resimler ve ses dosyalarının yanı sıra) sahipliğini beyan eden dijital tokenlardır. Kripto paralara benzer şekilde, NFT'ler bir blok zinciri (çoğunlukla ethereum) üzerine inşa edilmiştir. Ancak, belirli bir kripto para diğerlerinden ayırt edilemezken, bir NFT'nin her tokenı benzersizdir. Bir NFT'nin benzersizliği ve nadirliği onu yatırımcılar için çekici hale getirir ve değerinde artışlara neden olabilir. Yatırımcıların NFT'lere olan ilgisi arttıkça, araştırmacıların da ilgisinin arttığı görülmektedir. Literatürde, NFT'ler ile diğer varlıklar arasındaki bağlantıya odaklanıldığı görülmüştür (Panagiotidis & Papapanagiotou, 2024, s. 1).

Ethereum ağına dayalı bir oyun olan CryptoKitties, 2017'nin sonlarında NFT ürünlerine dikkat çekmiş olsa da iş dünyasında tam anlamıyla hızlı genişlemesi COVID-19'un doğuşuyla yakından bağlantılıdır. Dünya Sağlık Örgütü küresel bir salgın tespit ettikten sonra mevcut araştırmalara göre bitcoin piyasasının likiditesi önemli ölçüde artmıştır. Aynı zamanda, yatırımcılar küresel piyasa faiz oranlarındaki keskin düşüş sonucunda NFT de dahil olmak üzere çok sayıda kripto para pazarına akın etmiştir. Önemli bir şekilde, pandemide yaşanan kapanma önlemleri internet etkileşimini ve NFT'nin genişlemesini daha da arttırmıştır (Taherdoost, 2024, s. 1).

2.7. Kripto Para

Bir kripto para sistemi, genel veya sınırlı amaçlı bir değişim aracı olarak kullanılması amaçlanan ve kurumlara olan güveni çeşitli derecelerde değiştirmek için kriptografi kullanan, genellikle toplu olarak tutulan bir dijital defter kullanılarak muhasebeleştirilen tokenların çıkarılması için tasarlanmış bir sistem olarak ifade edilebilir. Böyle bir arka plana karşı, tekil kripto para terimi, bir kripto para sistemi aracılığıyla çıkarılan, genel

veya sınırlı amaçlı bir değişim aracı olarak kullanılması amaçlanan bir token anlamına gelmektedir (Pernice & Scott, 2021, s. 2).

Kripto para kavramı diğer para birimlerine göre bir seçenek olarak görülebilir ve bu değer sayesinde dijital ortamda e-ticaret yapılabilir. Kripto paraların en önemli özelliği dijital ve sanal yapılarından kaynaklı olarak merkez bankalarının kurallarına, sınırlamalarına, denetimlerine ve garantilerine bağlı hareket etmemeleridir. Teknolojinin hızlı bir şekilde değişmesi sonucunda global düzeyde kripto paraların kullanımı da artmaktadır (Eren, Ereğ & Buyruk Akbaba, 2020, s. 1348).

Kripto para, merkezi olmayan yapısı, yüksek oynaklığı, sınırsız işlemleri, gizliliği ve evrensel düzeyde tanınması nedeniyle benzersiz bir varlık sınıfıdır. Kripto paraların getirilerini varlık fiyatlandırma modelleri kullanarak tahmin etmek için araştırmalar yapılmış ve yapılan son çalışmalar, kripto para piyasasında piyasa riski primi, boyut etkisi ve momentum etkisinin mevcut olduğunu göstermiştir. Kripto paraların, tamamen dijital olmaları ve algoritmik sistemler kullanılarak oluşturulmaları bakımından geleneksel varlıklardan sapma durumları bulunmaktadır. Kripto paraların özelliklerindeki bu farklılık, onların özel risk faktörleriyle ilgili endişelere yol açmıştır. Bu durum kripto para piyasasının henüz incelenmemiş başka riskler oluşturup oluşturmadığı konusunda endişeleri gündeme getirmiştir (Bui vd., 2024, s. 3).

Kripto paralar son on yılda ciddi derecede ilgi görmüştür. Bitcoin'in piyasa değeri 2008'deki ortaya çıkışından bu yana önemli bir artış yaşamıştır. Kripto paraların merkezi olmayan özellikleri, finansal aracı kurumlara (örneğin bankalar) bağımlı olmadan çevrimiçi işlemlerin gerçekleştirilmesini sağladı ve böylece daha fazla eşler arası etkileşim yarattı. Geleneksel temel değerlere güvenmek yerine, kripto paraların değeri, altta yatan blok zinciri ağları içindeki işlemleri kaydeden belirli algoritmalar aracılığıyla belirlenmektedir. Ancak, kripto paraların merkezi olmaması, düzenleyiciler ve yatırımcılar için özellikle finansal inovasyonun potansiyel faydaları ile yenilikçi yaklaşımların oluşturduğu ilişkili riskler arasında bir denge sağlama konusunda zorluklar ortaya koymaktadır. Bu nedenle, kripto paralar giderek daha değişken yatırım varlıkları haline gelerek bireysel ve kurumsal yatırımcıları cezbetmektedir. Yatırımcıların duygularını ve inançlarını yansıtan tüketici güveni, kripto para piyasası eğilimlerini ve varlık fiyatlarını yönlendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu, son derece değişken kripto para fiyatları ve getirileriyle sonuçlanarak yatırımcılara benzeri görülmemiş spekülasyon fırsatları sunmaktadır. Son zamanlarda, sosyal medya kripto para getirilerini önemli ölçüde etkilemiştir ve bu da bireysel yatırımcıların kripto para varlıkları hakkındaki algılarını ve güvenlerini etkileyebileceğini göstermektedir. Örneğin, dünyanın en zengin kişilerinden biri olan ve sosyal medya ile kripto para piyasasında önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülen Elon Musk, kripto paralar hakkında X sosyal medya hesabında sık sık paylaşımlarda bulunmaktadır. Bu davranış, piyasada kısa vadeli gürültü olarak yorumlanabilir. Başka bir deyişle, Musk'ın X üzerindeki faaliyetinin, yatırımcıların kısa vadeli kripto para getirileri ve işlem hacmiyle ilgili duygularını etkilediği gözlemlenmiştir (Peng vd., 2024, s. 1).

2.8. Web 3.0

Web, internet üzerinden erişilebilen bir hiper metin belge yönetim sistemidir. İnsanlar web sunucularında mevcut olan web sayfalarına erişmek için bir web tarayıcısı kullanmaktadır. Mart 1989'da Sir Tim Berners-Lee, ilerde web ismini alacak olan bilgi

yönetimi için bir sistem önermiştir. Bu sistem bilgisayarların içerik, bağlantılar ve kullanıcılar ile bilgisayarlar arasındaki işlemler de dahil olmak üzere tüm ağ verilerini analiz edebileceği akıllı, bağlantılı ve veri odaklı bir sistemdir. Nisan 1993'te Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi'nin temel kodu ücretsiz olarak sağlamasını savundu. Bu karar, günümüz web'inin ortaya çıkmasını sağladı. Statik Web olarak da adlandırılan Web 1.0, birbirine bağlı bilgilerin web'i olarak tanımlanmaktadır. Tim Berners-Lee, katılımcıların büyük çoğunluğu içerik tüketicisi olduğundan buna "salt okunur" web adını verdi. İçerik oluşturucuları temelde muhabirler, yazarlar ve geliştiricilerdi. Web 1.0, web'de gezinmek için özellikler sağlamadığı için etkileşimli değildi, bu da içerik kullanıcılarının ihtiyaç duydukları bilgileri bulmasını son derece zorlaştırıyordu. Web sayfaları da özeldi; birçok web tarayıcısı, özel içerik sağlayarak kullanıcıları çekmeye ve öne çıkmaya çalışıyordu. Bu, web sayfaları ve web tarayıcıları arasında bir dizi uyumsuzluk sorununa yol açtı. Sosyal Web olarak da adlandırılan Web 2.0, günümüzde en bilinen ve en yaygın kullanılan Web'dir. "Web 2.0" terimi ilk olarak 1999 yılında Darcy Dinucci tarafından önerildi ve daha sonra 2004 sonlarında Tim O'Reilly ve Dale Dougherty tarafından "okuma-yazma" web olarak tanıtıldı. Web 2.0'nin odak noktası kullanıcıların web içeriğiyle etkileşime girmesini sağlamaktır (Zhu vd., 2024, s. 5).

Web 3.0 kavramı ise ilk olarak 2014 yılında Ethereum'un kurucu ortağı Gavin Wood tarafından ortaya atılmıştır. Web 3.0'ın blok zinciri tabanlı internet olduğuna ve Web 3.0'ın amacının merkezi kurumlara olan bağımlılığı azaltmak olduğuna inanılmaktadır. Web 3.0'ın geliştirilmesiyle, çağdaş interneti iki açıdan yeniden inşa edilebileceği söylenebilmektedir. Veri sahipliği açısından, Web 3.0 yalnızca okunabilir ve yazılabilir bir ağ olmakla kalmaz, aynı zamanda kullanıcıların kendi verilerine ve varlıklarına sahip olmalarını da sağlar. Veri yönetimi açısından Web 3.0, kullanıcılar ve oluşturucular tarafından ortaklaşa inşa edilen ve paylaşılan yeni bir ekonomik sistemdir (Shen vd., 2023, s. 2).

Web 3.0'ın ortaya çıkışı, özellikle enerji tüketimi, donanım/e-atık ve karbon ayak izi açısından kullanımıyla ilgili sürdürülebilirlik endişelerini gündeme getirmiştir. Bu nedenle, Web 3.0'ın sürdürülebilirlik etkilerini göz önünde bulundurmak ve çevre ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için stratejiler geliştirmek önemlidir. İşletmeler blok zinciri teknolojilerine daha fazla odaklandıkça, enerji tüketimi gibi ilişkili sorunları ele almaları gerekmektedir (Rathor vd., 2023, s. 1).

2.9. Dijital İkizler

Dijital ikizler kavramı ilk olarak 2002 yılında Michigan Üniversitesi'nden Profesör Graves tarafından bir ürün yaşam döngüsü yönetim merkezi kurmak amacıyla tanıtılmıştır. Ancak, bu terim 2011 yılında Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) Teknik Raporu'nda "en iyi mevcut fiziksel modelleri, sensör güncellemelerini, filo geçmişini vb. kullanarak uçan ikizinin yaşamını yansıtan bir araç veya sistemin entegre, çok fizikli, çok ölçekli, olasılıklı simülasyonu" olarak tanımlanana kadar resmi olarak tanımlanmadı. İlk tanımından bu yana, dijital ikizler kavramı evrim geçirerek basit bir modelden kapsamlı bir sisteme dönüştü ve daha sonraki araştırmacılar dijital ikizler teriminin daha kapsamlı bir tanımını sundular. Örneğin, bir dijital ikiz, sistem simülasyonu, entegrasyon, test etme, izleme, bakım ve karar alma gibi pratik amaçlar için ayırt edilemez dijital bir karşılık görevi gören gerçek dünyadaki fiziksel bir sistemin veya sürecin (fiziksel bir ikiz) gerçek zamanlı sanal bir temsildir veya bir dijital ikiz, sanal bir bilgi koleksiyonudur ve

bu sanal bilgiye dayanarak belirli, planlanmış veya halihazırda var olan bir ürün, atomik bir mikro düzeyden genel bir makro düzeye kadar tanımlanmaktadır (Talağhat vd., 2024, s. 3).

2.10. Sis-Kenar-Bulut Bilişim (Edge-Fog-Cloud)

Bulut bilişim, son zamanlarda araştırmaların odak noktası haline gelmiştir. Kaynak havuzlaması, dinamik kaynak sağlama, hızlı esneklik, anında kaynak erişimi vb. gibi bulut bilişimin kusursuz faydaları, onu bilişim için ideal bir seçim haline getirmiştir. Farklı hizmet modelleri farklı uygulamaların ihtiyaçlarına uygundur ve anında erişim bu hizmetlerin kullanımını çok basit hale getirmektedir. Bu nedenle, bulut tabanlı bilişim çeşitli teknoloji alanlarında birden fazla hizmet için popüler bir seçim ve platformdur. Ancak çok sayıda faydasına ek olarak, bulut bilişimin bazı ciddi veri gizliliği, hizmet seviyesi anlaşmaları uyumluluğu, kaynak kullanılabilirliği ve en önemlisi daha yüksek gecikme sorunları bulunmaktadır. Gecikme sorunu dışında tüm bu sorunlar muhtemel endişelerdir. Gecikme, iletişim ağlarının gerçek zamanlı bir özelliğidir ve uygulamaların performansını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, bu soruna karşı koymak zorunlu hale gelmektedir. Sis bilişim ise bulut bilişimin bir uzantısıdır ve temel olarak düşük gecikmeye dayalı bulut hizmeti platformları kavramından etkilenmektedir. Mevcut iletişim ağına yakın bulut hizmetleri sunmaktadır. Bulut, doğası gereği, kullanıcılarına uzak konumlardan hizmet sağlayan veri merkezleri biçiminde merkezi bir mimaridir. Ancak sis, buluttan gerçek kullanıcılara daha yakın olan birden fazla sis düğümünden oluşan dağıtılmış bir mimaridir. Sis, yerel düzeyde işleme ve depolama avantajları sunar ve önemli gecikme iyileştirmeleriyle sonuçlanır. Ek olarak, sis bilişiminin dağıtılmış yapısı nedeniyle kaynakların kullanılabilirliği de iyileşir. Benzer şekilde, yerel bilgi depolaması nedeniyle güvenlik avantajları da artar. Ancak, dağıtılmış mimarisi nedeniyle sis bilişiminde ölçeklenebilirlik kolaylığına ulaşmak zordur. Ek olarak, tutarlılık bakımı ve altyapının ek maliyeti de bazı önemli endişeler arasındadır (Kumar & Agrawal, 2023, s. 1).

Sis/kenar bilişim, geleneksel bulut bilişimin sınırlamalarını ele almak için etkili bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Hesaplama kaynaklarını veri kaynağına yaklaştırarak, karmaşık veri yönetimiyle ilişkili zorlukları hafifletme avantajı sunmaktadır. Verileri üreten IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazlarına yakın hesaplama yeteneklerine sahip olarak sis/kenar bilişim hızlandırılmış veri analizi, azaltılmış gecikme, azaltılmış bant genişliği kullanımı ve genel gider maliyetleri ve geliştirilmiş kullanıcı deneyimi dahil olmak üzere çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Sis/kenar bilişimin benimsenmesi akıllı şehirlerin, akıllı ağların ve akıllı ulaşım sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması için özellikle önemlidir. Ancak potansiyeline rağmen sis/kenar bilişim hala erken aşamalarındadır ve kaynak sağlama ve hizmet planlaması konusunda devam eden araştırma endişeleri vardır. Çok sayıda IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazını ve web uygulamasını gerçek zamanlı olarak destekleyebilen ve kalite, verimlilik ve optimum kaynak kullanımını garanti eden sağlam bir altyapının kurulması önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir (Dogani vd., 2023, s. 143).

2.11. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti (IoT), genellikle veri toplama, uzaktan izleme ve kontrol için sensörler ve aktüatörlerle donatılmış, internet üzerinden iletişim kuran, birbirine bağlı

cihazlardan oluşan hızla genişleyen bir ağıdır. IoT teknolojisi, veri analizi yoluyla verimliliği, üretkenliği ve karar vermeyi artırmak için sağlık, tarım, otomotiv üretimi, ev otomasyonu ve akıllı şehirler dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde yaygın olarak uygulanmaktadır. En son IoT analitik raporuna göre, 2024'te küresel olarak 19,2 milyar bağlı IoT cihazı vardı ve bu sayının 2027'ye kadar 29,7 milyara ulaşması beklenmektedir (Verma vd., 2024, s. 2).

2.12. 5G Ağları

Hücresele pazarda 5G sistemlerine geçiş, önemli ölçüde iyileştirilmiş veri aktarım hızı ve kablolu erişim arayüzünde azaltılmış gecikmeler ile istek üzerine yazılım destekli dinamik yeniden yapılandırmanın esnekliğinin bir araya geldiği umut verici bir dönemi müjdelemektedir. 5G dağıtımları çeşitli uygulamaların artan taleplerini karşılamaya hazır olduğu ileri sürülmektedir. 2025 yılı sonuna kadar en az 2,8 milyar 5G aboneliği olması ve akıllı cihazların bu bağlantıların potansiyel olarak %80'ini oluşturması beklenmektedir. Bu gelişen ihtiyaçlar, esas olarak 2025 yılı sonuna kadar toplam ağ trafiğinin yaklaşık %75'ini oluşturması beklenen video tabanlı tekliflerin artan yaygınlığı tarafından yönlendirilmektedir. Dahası, yenilikçi uygulamaların yükselişi, farklı "aşırı" sanal gerçeklik türlerini, drone internetini vb. içermektedir (Kovtun vd., 2024, s. 1-3).

2.13. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, ilk olarak yapay nöron modelinde sunulan önemli bir teknolojidir ve hesaplama makineleri ve zekâ üzerine odaklanan 1950 tarihli akademik makalede, makinelerin topladığı verilere dayanarak öğrenme, çıkarım yapma ve uyum sağlama için bilişsel yeteneklere sahip olmasını sağladığı ifade edilmektedir. Yapay zekâ, bilgileri akıllı bir şekilde analiz edebilen ve işleyebilen, genellikle insanların benzer görevleri gerçekleştirme biçimine benzer otonom bir makineyi ifade etmektedir. Yapay zekâ ayrıca rutin olarak birkaç sorunu tanımlama, öğrenme ve çözme gibi farklı işlemleri yürütmek üzere programlanmış makineler olarak da ifade edilebilmektedir. Yapay zekâ, metinden konuşmaya, sürücüsüz ve otonom araçlara kadar geniş bir makine zekâsı sürekliliğini kapsar. Yapay zekâ, bilgisayar sistemlerinin daha önce yalnızca insanlar tarafından verilen kararları alma yeteneğini sunar. Yapay zekâ ayrıca karmaşık veya belirsiz ortamlardan gelen büyük hacimli verilerden kararlar alabilir. Yapay zekâ alanı 1950'lerin ortalarında başladı ve son zamanlarda dijitalleşme ve toplumdaki artan veri miktarları nedeniyle, insan zekâsını simüle edebilen bilgisayar sistemleri oluşturmak için çok ilgi görmüş bir kavramdır. Araştırmacılar, yapay zekânın çoğunlukla insanlar için zor olan kritik kararlar almak için kalıpları belirleme yeteneğine sahip olduğunu belirtmektedirler (Jnr, 2024, s. 3).

Yapay zekâ, onlarca yıldır kamuoyunun söyleminin bir parçası olan bir kavramdır; genellikle bilim kurgu filmlerinde veya akıllı makinelerin dünyayı nasıl ele geçireceği ve insan ırkını yeni yapay zekâ düzenini destekleyerek sıradan bir köle varoluşuna nasıl indireceğiyle ilgili tartışmalarda tasvir edilir. Bu, yapay zekânın biraz karikatürize edilmiş bir tasviri olsa da gerçek şu ki yapay zekâ günümüze geldi ve çoğumuz günlük hayatımızda bu teknolojiyle düzenli olarak etkileşime giriyoruz. Yapay zekâ teknolojisi artık gelecek bilimcilerin alanı değil, birçok kuruluşun iş modelinin ayrılmaz bir bileşeni ve küresel ölçekte birçok iş, tıp ve hükümet sektörünün planlarında önemli bir stratejik unsurdur. Yapay zekânın bu dönüşümsel etkisi, son zamanlarda yapay zekânın

performans etkilerinden ziyade teknolojinin etkileri ve sonuçlarını araştıran çalışmalarla önemli bir akademik ilgiye yol açmıştır; bu da yıllardır temel araştırma alanı gibi görünmektedir (Dwivedi vd., 2021, s. 2).

Yeni teknolojik devrim ve endüstriyel değişim turunda önemli bir itici güç olarak yapay zekâ ekonomik büyümeyi yönlendirmek için önemli bir potansiyele sahiptir ve ekonominin sınırlı bir süre içinde önemli bir büyüme elde etmesine yardımcı olabilir. Tahmini bir teknoloji olarak yapay zekâ, kuruluşların büyük miktardaki verilerden daha iyi ve daha hızlı öğrenmesini sağlar ve iş kararlarını önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Sonuç olarak, genel amaçlı bir teknoloji olarak yapay zekânın yardımıyla sektörler genelinde ekonomik büyüme gerçekleştirilebilir. Yapay zekâ ayrıca büyük şirketlerin yüksek ürün geliştirme maliyetlerini azaltabilir ve bu şirketlerin ölçeklenmesini kolaylaştırabilir. Yapay zekâya yüksek düzeyde yatırım yapan şirketler piyasa değerlemesinde daha yüksek büyüme yaşama eğilimindedir. İşletmelerin ileri teknolojilerin ve inovasyonun sürekli benimsenmesi ve entegrasyonu yoluyla üretkenliklerini önemli ölçüde arttırabilecekleri ve rekabet avantajı elde edebilecekleri ileri sürülmektedir (Chen vd., 2024, s. 1082).

3. Metaverse Kullanan İşletme Örnekleri

Teknolojideki son gelişmelerle birlikte, şirketlerin günümüz iş ortamında rekabet avantajını korumak için stratejik teknolojik kararlar alması hayati önem kazanmıştır. İnternetin ve sosyal medyanın yaygın kullanımı sayesinde bireyler hayatlarını sanal dünyalara taşımışlardır. Bu sürükleyici ortamlarda, kullanıcılar yalnızca sosyalleşip etkileşimde bulunmakla kalmaz aynı zamanda avatar olarak bilinen belirli sanal temsilleri kullanırken birlikte oyun oynayabilirler. Metaverse'in potansiyelinden tam olarak yararlanmak için onu diğer son teknoloji sürükleyici teknolojilerle sorunsuz bir şekilde entegre etmek hayati önem taşımaktadır. Bunlara artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), karma gerçeklik (MR), vizörler, blok zinciri, değiştirilemez tokenler (NFT'ler), dijital ikizler ve oyunlaştırma unsurları dahildir. Bu teknolojilerin bir araya gelmesine Web 3.0 adı verilmektedir (Varriale vd., 2024, s. 1).

Metaverse işletmeler için yeni ufuklar açmaktadır. İşletmeler kendi sanal dünyalarını yaratabilir veya ürünlerini ve hizmetlerini yenilikçi ve heyecan verici yollarla tanıtmak için mevcut platformlarla ortaklık kurabilirler. Gerçek alanın sonlu kısıtlamalarının aksine, metaverse'in yer aldığı alan sınırsızdır ve sonsuz olasılıklar sunar. Metaverse'in temel özellikleri arasında, kaynaklara kısıtlanmamış ve zahmetsiz erişimi ve kullanıcıların yüksek düzeyde gerçekçilikle karakterize edilen sürükleyici sanal deneyimlere kendilerini kaptırma potansiyeli yer almaktadır. Kavramın kökleri teknoloji ve bilimkurgu alanlarında olmasına rağmen yenilikçi işletmeler için etkileri giderek daha belirgin ve umut verici hale gelmektedir. Metaverse'in önemli kar marjlarına sahip karlı yatırımları çekebilecek yeni ekonomik ufuklar açması beklenmektedir (Christache vd., 2024, s.2).

Siemens tarafından 2024 yılında yayınlanan raporda şu temel bulgulara yer verilmiştir (Siemens, 2024, s. 7):

- **Endüstriyel meta evren, dijital ve gerçek dünyaları bir araya getirecektir.** Sürekli bir bilgi, veri ve karar alışverişini mümkün kılacak ve endüstrilerin olağanüstü karmaşık

gerçek dünya sorunlarını dijital olarak çözmesini sağlayacak, kuruluşların çalışma biçimini değiştirecek ve önemli toplumsal faydaların kilidini açacaktır.

- **Dijital ikiz, temel bir metaverse yapı taşıdır.** Bu sanal modeller gerçek dünya nesnelerini ayrıntılı olarak simüle eder. Dijital ikizlerin bir sonraki nesli fotogerçekçi, fizik tabanlı, yapay zekâ destekli ve metaverse ekosistemlerine bağlı olacaktır.
- **Endüstriyel metaverse her endüstriyi dönüştürecektir.** Şu anda var olan dijital ikizler, endüstriyel metaverse'nin tasarım ve mühendisliği, test etmeyi, operasyonları ve eğitimi devrim niteliğinde değiştirme gücünü ve potansiyelini göstermektedir.
- **Günlük yaşam kökten değişecektir.** Endüstriyel meta evreni, fiziksel çevreyi, çalışma, yaşama, mal üretme ve seyahat etme biçimimizi nasıl deneyimleyebileceğimizi değiştirecektir. Gerçek sorunları çözmeye ve dünyamızı daha sürdürülebilir hale getirmemize yardımcı olacaktır.
- **Metaverse'ü etkinleştirecek temel yetenekler ve ekosistemler ortaya çıkmaya devam etmektedir.** Bunlara bağlantı, hesaplama gücü, dijital ikiz sadakati, birlikte çalışabilirlik ve gizlilik ve güvenlik dahildir. Pazar yerleri, ödeme sistemleri ve metaverse araçları ve uygulamaları için düzenleyici çerçeveler tasarlanmalı ve oluşturulmalıdır.
- **Ortaklıklar elzem olacaktır.** Endüstriyel metaverse'yi hayata geçirmek, standartlar ve altyapı konusunda önemli sektörler arası iş birlikleri gerektirecektir. Kuruluşlar, metaverse katılımını destekleyen karmaşık teknoloji yığınlarını bir araya getirmek için tedarikçiler, rakipler veya müşterilerle ortaklık kurabilir. Kuruluşlardan yeni başlayanlara ve hükümetlerden bireysel meraklılara kadar uzanan metaverse oyuncularını, endüstriyel metaverse'ye yeni fikirler ve sesler getirecektir.

Önümüzdeki yıllarda metaverse'in işletmeden tüketiciye ve işletmeden işletmeye yeni iş modelleri, ürünler ve hizmetler sunarak çeşitli endüstriler için ödüllendirici fırsatların önünü açacağı öngörülmektedir. Metaverse'yi benimseyen sektörler, dijital yatırım bütçelerinin önemli bir kısmını metaverse'ye ayırmayı planlamaktadır. Bunlara enerji (%18), yüksek teknoloji (%17), otomotiv, makine ve montaj (%17), medya ve eğlence (%15) ve turizm (%15) dahildir. Dünyanın en büyük teknoloji şirketlerinin birçoğunun metaverse'ye uygulanabilir bir seçenek olarak büyük miktarda para yatırmasına rağmen, değer potansiyeli üzerine araştırmalar hala sınırlıdır. Bu sektörler içinde, eğitim, öğretim, e-ticaret, turizm, sosyal hizmet, veri analitiği, sağlık, müzik, eğlence ve sosyal ağlar dahil olmak üzere çeşitli alanlar metaverse'in tanıtımından etkilenmiştir. Bu alanlarda, pazarlamacılar sürekli olarak pazarlama karışımının 4P'si olan ürün, yer, fiyat ve promosyon üzerinde çalışmaktadırlar. Yenilikçi pazarlama uygulamaları ürün yerleştirmeleri, NFT'ler gibi sanal ürünler, ürün testi, NPD, sanal mağaza düzenleri, mağaza atmosferleri, mağaza çekiciliği markalaması ve reklamcılık için kullanılmaktadır. Gartner Inc. tarafından yayınlanan 2022 tarihli bir rapora göre 2026 yılına kadar insanların %25'i eğitim, iş, alışveriş, sosyal ve eğlence amaçlı olarak günde en az bir saatini metaverse dünyasında geçireceği ifade edilmektedir. Ayrıca aynı raporda 2026 yılına kadar dünyadaki kuruluşların %30'unun ürün ve hizmetlerinin metaverse için hazır olacağı belirtilmektedir. Fırsatların bolluğu ile birlikte pazarlamacıların metaverse'de pazarlama yaparken karşılaştıkları potansiyel zorluklar da ortaya çıkmaktadır (Kumar, 2024, s. 1).

Metaverse pazarlaması, yeni bir pazarlama alanı olarak yüksek potansiyel göstermektedir. Z kuşağı kullanıcıları şu anda Zepeto, Roblox ve Fortnite gibi temsili metaverse'in birincil kullanıcıları olarak gözükmektedir. Örneğin, Zepeto

kullanıcılarının %80'i gençlerden oluşmaktadır. ABD'de 9 ile 12 yaş arasındaki tüm çocukların üçte ikisi oyunlarda uzmanlaşmış bir metaverse platformu olan Roblox'u kullanmaktadır. Avatarlarını kimliklerinin bir temsili olarak değerlendirmektedirler ve metaverse dünyasını gerçek dünya kadar önemli görmektedirler. Çeşitli moda ve eğlence şirketleri de artık bu genç nesille etkileşim kurmak için metaverse etkinliklerine katılmaktadır. Mağazalar ve sergiler gibi sanal alanlar inşa etmekte, markalarıyla dekore etmekte veya metaverse'de lüks sanal ürünleri yeniden yaratmaktadırlar. Örneğin, Vans kullanıcıların yeni tecrübeler edinebileceği ve sanal mağazada kullanmak üzere puan kazanabileceği Roblox'ta sanal bir kayak parkı oluşturdu. Gucci ise Roblox'ta sanal bir Gucci bahçesi açtı ve dijital Gucci ürünleri sattı. Dijital bir Gucci çantası olan "Gucci Dionysus", fiziksel versiyonundan daha yüksek bir fiyata satılmaktadır. Şirketler, metaverse pazarlama faaliyetleri sayesinde tüketiciler arasında marka bilinirliğini artırabilir ve fikri mülkiyetlerine dayalı dijital içerik satarak ek gelir elde edebilirler. Metaverse platform operatörleri ise kullanıcılar ve satıcılar arasında aracı olarak bu şirketlerden girişi ve pazarlama ücretleri kazanmaktadır (H. Yang vd., 2024, s. 2). Aşağıdaki tabloda çeşitli ülke işletmelerinin metaverse alanındaki faaliyetleri gösterilmeye çalışılmıştır.

Tablo 2: Farklı ülkelerdeki temsilci şirketler ve tipik ürün/hizmetleri

Amerika	Amazon	Bu şirket, 2018 yılından itibaren Sanal gerçeklikle alışveriş üzerinde çalışmaktadır ve metaverse dünyasında kendilerine ait bir alışveriş merkezi oluşturmuşlardır. Böylece pazarda kendilerine yer edinmeyi hedeflemektedirler.
	Roblox	Bu platformda oyuncular hayal dünyalarına göre kendi sanal ortamlarını yaratmaktadırlar. Roblox, katılımı artırmak için sanal gerçeklik cihazlarını kullanmaktadır. Roblox, iOS, Android, PC, Mac ve diğer platformları destekleyerek dünyanın en büyük oyun dünyası haline gelmiştir. Bu platform, metaverse'ye en yakın olma özelliğine sahiptir.
	Facebook	Facebook, 2019 yılında önemli atılımlar yaparak sanal gerçeklikle ilişkin sosyal platformu Facebook Horizon'u yayınladı ve 2020 yılına gelince ise herkese açık bir beta başlattı. Ayrıca Facebook 2021'de beş yıl içinde bir metaverse şirketine dönüşeceğini ve Reality Labs projesine en az 10 milyar dolar yatırım yapacağını duyurmuştur. 2021 yılında Facebook, şirketin adını Meta olarak değiştirdiğini duyurmuştur.
	Epic Games	Epic Games, metaverse dünyasında pazar payını arttırmak için üç boyutlu modellere ilişkin en büyük şirketlerden biri olan Skethfab'ı satın almıştır.

Amerika	Disney	Disney'in teknoloji sorumlusu meta evreninde tema parkı oluşturulacağını ileri sürmektedir.
	Snapchat	Snapchat, özel avatarlardan yararlanarak kullanıcılarının fiziksel anlık görüntülerde poz vermelerine olanak tanıyan Bitmoji hizmetini başlatmıştır.
	Microsoft	Microsoft şirketi metaverse alanına girmeye biraz temkinli yaklaşmaktadır. Microsoft yetkilileri tarafından metaverse'nin fiziksel pratiğe dönüştüğünde bir değer yaratabileceği ileri sürülmektedir.
	Decentraland	Decentraland, Ethereum tabanlı merkeziyetsiz bir sanal dünyadır. Decentraland'ın içeriği sanat eseridir ve dijital sanat eserlerinin sergilenmesine ayrılmış bir yer bulunmaktadır.
	Tencent	Tencent şirketi Spotify, Avanklife gibi çeşitli artırılmış gerçeklik platformlarına birtakım yatırımlar yapmış ve 2021 yılında "Kings Metaverse" ve "TiMi Metaverse" ticari markalarının tescili için başvuruda bulunmuştur.
Çin	Alibaba	Alibaba şirketi, "Ali Metaverse" ve "Taobao Metaverse" gibi markaların tescili için gerekli işlemleri başlatmıştır.
	ByteDance	ByteDance, Douyin gibi fazla talep gören platformlara sahip olmakla beraber görsel hesaplama ve yapay zekâ hesaplama platformu Moore Thread'e de yatırım yapmıştır. Şirket, "Restart the World" oyununu yayınlamış ve Çinli bir VR ekipman şirketi olan Pico'yu satın almıştır.
	NetEase	NetEase, metaverse dünyasında oyun sektöründe faaliyetlerini sürdürmektedir. Şirket, üçüncü tarafların sanal dünyalar inşa etmesini sağlamak için Improbable'ın meta-hesaplama platformuna ve IMVU sanal karakter platformuna yatırım yapmıştır.
	Shenzhen Zqgame	Zqgame şirketi popüler bir Çin oyun geliştiricisidir. Zqgame, 6 2021 yılında BrewMaster isimli oyununun tanıtımını yaptı. Bu oyun, oyuncuların simüle edilmiş bir ortamda iş kurmalarına ve gerçek hayattaki etkiyi yaşamalarına imkân tanımaktadır.

	Wondershare Technology Group	Wondershare Technology, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik alanında iş sistemini geliştirmek amacıyla Realibox'a yatırım yapmıştır.
	Sony	Sony şirketi tarafından geliştirilen mechaverse ilk Japon metaverse platformu olma özelliğine sahiptir. Bu platformda şirketler hızlı bir şekilde ürün tanıtımlarını gerçekleştirmekte ve katılımcılar için video tanıtımları ile üç boyutlu modeller sunabilmektedirler.
Japonya	Gree	Gree, metaverse alanındaki faaliyetlerini sahip olduğu kuruluşu Reality aracılığıyla yürütmektedir. Dünya çapında 100 milyondan fazla kullanıcı için 2024 yılına kadar 10 milyar yen yatırım yapılacağı tahmin edilmektedir.
	Avex Business Development, Digital Motion	Avex İş Geliştirme ve Dijital Hareket, sanal ortamda sanat etkinlikleri düzenlemeye ve gerçek sanatçıların konserlerini yapmayı planlayan faaliyetlerde bulunmaktadır.
	Samsung	Samsung şirketi metaverse evreninde kendine yer edinme amacıyla Global Metaverse Fonu'nu kurmuştur.
Güney Kore	SK Telecom	SK Telecom, Temmuz 2021'de kullanıcıların çizgi film karakterleri aracılığıyla toplantılara ev sahipliği yapıp katılabilecekleri "ifland" adlı sanal bir dünya tanıttı.
	Urbanbase	Bu şirket, gayrimenkul ve iç tasarım alanlarında üç boyutlu çalışmalar yapan bir şirkettir. Şirket, B+ finansman turunda 13 milyar won (yaklaşık 450 milyon yuan) toplamıştır. Toplanan fonların metaverse'ye girmek için ihtiyaç duyulan sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile üç boyutlu teknolojileri geliştirmek için kullanılması planlanmaktadır.
	Metaverse Alliance	Kore Bilgi ve İletişim Endüstrisi Tanıtım Ajansı, özel sektörün liderliğinde, hükümet ve iş dünyası iş birliğiyle metaverse ekosistemini kurmak ve fiziki dünya ve sanallığın farklı alanlarında metaverse platformu oluşturmak amacıyla 25 kuruluş ve şirketi "Metaverse İttifakı"nda birleştirdi.
		İngiliz müzayede evi Sotheby's, "Sotheby's Metaverse" bölümünü başlattı ve "Natively Digital

İngiltere	Sotheby's	1.2: The Collectors" başlıklı özel bir müzayede düzenledi; bu müzayedede aynı anda NFT art koleksiyonlarından 53 parça sergilendi.
	Maze Theory	Tanınmış bir İngiliz sanal gerçeklik stüdyosu olan Maze Theory, bilinen IP'ler ve tanınmış fan ortamları etrafında bir "fan metaverse" yaratmayı planlamaktadır.
Birleşik Arap Emirlikleri	MetaDubai	Dubai'de blockchain, NFT, yapay zekâ ve merkezi olmayan veri depolama tabanlı bir metaverse şehri inşa etmektedir. Bu şirket sanal dünya görüntüsünü, ekonomik sistemi ve uygulamaları geliştirmektedir.
	Ripple	Ripple bir blockchain ödeme şirketidir. Şirket Dubai Uluslararası Finans Merkezi'nde (DIFC) bölgesel bir merkez kuracağını duyurmuştur.
Fransa	Stage11	Fransız metaverse müzik platformu Stage11, metaverse ortamında müzik yapmak için Avrupa girişim sermayesi fonu Otium Capital liderliğinde 5 milyon avroluk bir finansman ayırmıştır.
Almanya	Rimowa	Alman lüks bavul markası Rimowa, Instagram'da Nuova tasarım stüdyosuyla iş birliği yaparak "Metaverse'den Mavi Baskılar" adlı 4 NFT sanat eserini piyasaya sunacağını duyurmuştur.
İtalya	Gucci	İtalya'nın ünlü markası olan Gucci, sanal spor ayakkabılarını piyasaya sürmüştür. Ayakkabıları satın aldıktan sonra tüketiciler bunları Gucci APP ve sanal gerçeklik platformu VR CHAT'te kullanabilmekte veya oyun platformu Roblox'ta deneyebilmektedirler.

Kaynak: (Ning vd., 2021, s. 6-9).

Ülkemizde de metaverse alanında birtakım girişimler yapılmaya başlanmıştır. Bunlardan biri de 2022 yılında Ankara'da "Forum Metaverse" etkinliğinin organize edilmesi ile bir "Dijital seferberlik" oluşturulmuştur (Cellat, 2023, s. 35).

Aselsan'ın Bites Savunma şirketi genişletilmiş gerçeklik (XR) alanında gerçekleştirdiği proje ile askeri ve sivil boyutta birtakım adımlar atmıştır. Şirket yaptığı çalışmalar ile yerli ve milli metaverse platformu XperVerse'yi kurmuştur. Ayrıca bu platform, turizm, sigortacılık ve kurumsal alandaki faaliyetler için de denemeler yapmaktadır. XperExpo fuar ve etkinlikler, MiliVerse ise askeri alanda yürütülen faaliyetleri, CityVerse şehir, EduVerse eğitim, CorpVerse kurumsal, MediVerse sağlık, HRVerse insan kaynakları ve KamuVerse ise kamu daireleri için oluşturulan XperVerse'nin en son geliştirdiği projelerden sayılmaktadır. BİTES şirketinin ileriye dönük olarak gerçekleştirmeyi planladığı blockchain teknolojisi ve ödeme yöntemleri, "motion tracker" ile daha reel bir

deneyim ve yapay zekâya dayanan kullanıcı dostu bir metaverse platformu bulunmaktadır (Anadolu Ajansı, 2022).

Aşağıda ülkemizde özel sektörde faaliyet gösteren bazı işletme örneklerine yer verilmektedir.

Sagra: Tadelle gibi ürünleriyle tanınan Türkiye'nin köklü çikolata markalarından olan Sagra, metaverse dünyasına girmiş bulunmaktadır. Metaverse evreninde bir çikolata fabrikası açmayı planlayan işletme satış odaklı projelerini de bu evrende gerçekleştirmeyi düşünmektedir (Sagra, t.y.).



Qua Granite: Türkiye'nin önde gelen granit markalarından Qua Granite sandbox'ta villa tarzı yapılar tasarlayarak sektöründe metaverse dünyasında yatırım yapan ilk işletme olmuştur. Şirket ayrıca dijital lüks tecrübesine sahip Exclusible ile ortaklaşa Sandbox Metaverse'de satın alınan arazide müşterilerine Qua granite ürünleriyle özel etkinlikler düzenlemeyi, partilere katılım sağlayabilmeyi ve adalarını Qua Granite ürün ve markasına göre en ince ayrıntılara kadar özelleştirmeyi hedeflemektedir (QUA Granite, t. y.).



Turkcell: Çalışanlarına metaverse dünyasının kapılarını açan şirket Dünyada ve Türkiye'de insan kaynaklarına yönelik, VR teknolojisi gözlüklerle en yüksek sayıda

gerçekleştirilen ilk metaverse buluşması olan etkinlikte geleceğe yönelik metaverse alanında geliştireceği projeler için ilk adımı attı (Anadolu Ajansı, 2022).



Vestel: Şirket yatırım alanlarına IoT, artırılmış gerçeklik ve yapay zekâyı da dahil ederek dijital faaliyetlerini devam ettirmektedir. Karanlık fabrika uygulamalarından 3D Printing'e, kendinden sürürlü araçlardan robot destekli iş birliklerine geniş bir alanda uygulamaları devam etmektedir (Anadolu Ajansı, 2022).

Orka Group: Damat Tween ve D'S damat markalarıyla da bilinen holding GoArt Metaverse platformu ile iş birliği gerçekleştirerek müşterilerin mağazaya gitmeden, istedikleri konumlardan artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileriyle sanal gezinti yaparak ürünleri inceleyebilecekleri ifade edilmektedir. Ayrıca müşteriler avatarları ile beğendikleri ürünleri deneyip satın alabileceklerdir (Inbusiness, 2022).

4. İşletmelerin Metaverse ve Yapay Zekâ Destekli Pazarlama Yetenekleri

Yapay zekâ ve metaverse, işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını ve tercihlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilecek veri odaklı öngörüler ve analizler yaparak dijital pazarlama stratejilerinin daha etkili bir şekilde uygulamasına yardımcı olabilirler. Öngörücü pazarlama analitiği, şirketlerin pazarlama kampanyalarını tasarlamalarına ve optimize etmelerine ve en karlı müşteri segmentlerini belirlemelerine yardımcı olabilir. Ek olarak, yapay zekâ destekli müşteri segmentasyonu ve hedefleme algoritmaları, şirketlerin bütçe ve kaynakları daha verimli bir şekilde tahsis etmelerine yardımcı olabilir. Bunlara ilaveten, yapay zekâ ve metaverse otomasyon yetenekleri, işletmelerin kişiselleştirme, müşteri segmentasyonu, ödüller ve iyileştirilmiş müşteri deneyimi için promosyonlar gibi pazarlama faaliyetlerini otomatikleştirmesini sağlar. Ayrıca metaverse, kapsamlı yapay zekâ platformundan yararlanarak dijital pazarların nasıl çalıştığına ilişkin kapsamlı öngörüler sağlayabilir. Yapay zekâ odaklı pazar araştırması ve analizi, işletmelerin dijital alandaki tüketici tercihlerini, pazar eğilimlerini ve rekabeti daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir. Yapay zekâ ve metaverse öngörücü analizler, işletmelerin tüketici davranışları hakkında daha derin bir anlayış kazanmalarına ve doğru tüketici profilleri oluşturmalarına yardımcı olabilir. Son olarak, yapay zekâ ve metaverse işletmelerin tüketici duygusunu belirlemek ve müşteri katılımını iyileştirmek için doğal dil işleme ve makine öğrenimini kullanmalarına yardımcı olabilir (Rathore, 2023, s. 44).

Metaverse, gelecek beklentisi olan işletmeler için avantaj yaratabilecek bir pazar alanı olarak düşünülebilir. İşletmeler, yenilikçiliklerini yüksek seviyelere çıkarmak ve müşterilerine ilgi uyandıracak bir şekilde ulaşmak için metaverse pazarlamadan yararlanabilmektedirler. Bundan dolayı işletmeler dijital pazarlama alanında metaverse'yi tercih edebilmektedirler (Durukal & Armağan, 2022, s. 1898).

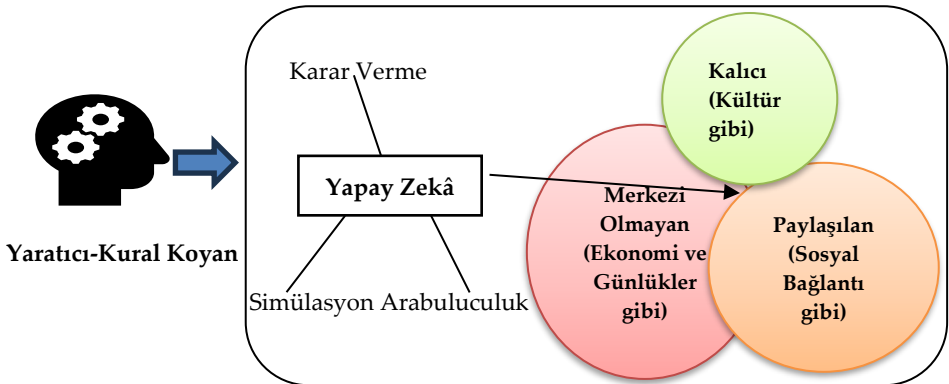
5. Metaverse Dünyasında Avatar Oluşturma

Her ne kadar henüz yeni olsa da metaverse'in, işyerinde birçok yüz yüze etkileşim ipucunu sürükleyici teknolojiler aracılığıyla sanal olarak taklit ederek meslektaşlarla birlikte olma hissini oluşturmaya beklanmaktadır. Metaverse'in bu vizyonu, bu tür platformlardaki iletişimin doğası gereği bir avatar tarafından aracılık edileceğini öne sürmektedir. Avatar, senkron etkileşimler sırasında akıllı bir kullanıcının kontrol ettiği aracılıklı bir öz temsil olarak tanımlanabilir. İnsanların olumlu izlenimler uyandırmak için öz imajlarını (yani avatarlarını) geliştirme arzusu metaverse'de kendini gösterebilir. Son zamanlardaki çalışmalar, bireylerin avatar özelleştirmesi yoluyla öz imajlarını kontrol etmelerine izin verildiğinde sanal bir ortamda sosyal etkileşimlerden keyif alma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Lim vd., 2024, s. 2).

Avatar, insan veya bilgisayar tarafından çalıştırılabilen ve sosyal olarak etkileşime girebilen antropomorfik (insan biçimcilik) tasarıma sahip dijital bir varlıktır. Avatar pazarlaması, pazarlama literatüründe ivme kazanmaktadır. Mevcut pazarlama literatürü, avatarları genel olarak biçimlerine ve davranışsal gerçekçiliklerine göre dört kategoriye ayırmaktadır; basit, yüzeysel, zeki, gerçekçi olmayan ve dijital insan avatarları. Her ne kadar avatar pazarlama literatürü henüz yeni olsa da araştırmalar avatarların kullanımının duygusal tepkiyi, müşteri deneyimini, öz kavramı ve kullanıcı algısını önemli ölçüde etkileyebileceğini öne sürmektedir. Özellikle, meta evrenin XR, birlikte çalışabilirlik ve kalıcılık yoluyla avatarla çok fazla gerçekçilik ve bağlantı sunduğunu ifade edebiliriz. Bu nedenle, avatar pazarlamasının büyük olasılıkla yeni kullanılmış durumların bulunması ve teorik gelişmeler yoluyla evrimleşeceği muhtemeldir (Kumar, 2024, s. 5).

6. Metaverse ve Yapay Zekâ İlişkisi

Şekil 5: Bir Meta Evrenin Çerçevesi



Kaynak: (Hwang ve Chien, 2022, s. 2).

Bazı kişilerin metaverse'yi yalnızca AR veya VR için yeni bir terim olarak düşünmesinin aksine AR veya VR'den çok daha fazlası olduğunu belirtmek mümkündür. Şekil 5, bir metaverse'nin çerçevesini göstermektedir. Metaverse'yi geleneksel VR veya AR'den oldukça farklı kılan üç özellik vardır; paylaşımlı, kalıcı ve merkezi olmayan. Dahası, yapay zekâ (AI), metaverse dünyasının yaratıcısı tarafından tanımlanan kurallara göre çalışmasını sağlamak için gerekli bir teknolojidir. Bu çerçeveden, bir AR veya VR sisteminin sanal içeriği sunmak için metaverse'nin bir parçası olabileceği görülebilir; diğer yandan, metaverse AR veya VR öğelerine ek olarak diğer gerekli öğeleri içerebilir. “Paylaşımlı” özelliğiyle ilgili olarak, yalnızca bir VR eğitim sistemiyle öğrenen bir öğrenci, eğitimde metaverse'nin bir örneği olarak kabul edilemez. Second Life gibi çok kullanıcı bir VR sisteminde, insanlar yeni bir kimlik kullanarak başkalarıyla etkileşime girebilir ancak sistem kullanıcıların “yaşamalarına” olanak tanıyan kalıcı bir dünya sağlayamıyorsa, çalışma, sahip olma, öğrenme, etkileşim kurma, yaratma ve eğlenme gibi, “kalıcı” bakış açısından bir meta evren değildir. Ayrıca, ekonomik faaliyetlerin güvenli bir şekilde yürütülebilmesini ve meta evrendeki kişisel mülk ve kayıtların başkaları tarafından değiştirilmemesini sağlamak için merkezi olmayan teknolojilere (örneğin, blok zincirleri) ihtiyaç duyulmaktadır (Hwang ve Chien, 2022, s. 1).

Yapay zekâ'nın, metaverse'deki katkılarını şu şekilde özetlemek mümkündür (Fadhel vd., 2024, s. 6):

1. Yapay zekâ'yı metaverse'ye dahil etmek, büyüleyici ve gerçekçi sanal ortamlar oluşturulmasına daha yüksek düzeyde olanak sağlar. Dinamik ortamlar, akıllı NPC'ler ve etkileşimli nesneler gibi yapay zekâ tabanlı unsurları entegre etmek, genel kullanıcı deneyimini ve etkileşim kalitesini önemli ölçüde artırır.
2. Yapay zekâ, metaverse'de önemli bir konuma sahiptir ve gerçekçi davranışlara ve karar alma yeteneklerine sahip karmaşık NPC'lerin ilerlemesini sağlar. Sonuç olarak, bu fenomen artırılmış etkileşim ve ilgi çekicilik sergileyen sanal ortamların geliştirilmesine yol açar ve genel kullanıcı deneyimini artırır.
3. Metaverse'de kullanılan yapay zekâ algoritmaları, kişisel ilgi alanlarına göre özelleştirilmiş içerik üretmek için kullanıcı tercihlerini ve davranışlarını incelemek üzere tasarlanmıştır. Bu süreç, sanal deneyimlerin kullanıcılar için ilgisini ve keyfini artırır.
4. Metaverse'de yapay zekâ destekli sohbet robotları ve sanal asistanlar kullanmak önemlidir çünkü kullanıcılar arasında kusursuz ve gerçek sosyal etkileşimleri kolaylaştırır. Bunlar topluluk duygusunu besler ve kullanıcı etkileşim seviyelerini yükseltir.
5. Yapay zekâ, metaverse içindeki kaynak tahsisini ve kullanımını optimize etmede, hesaplama gücünün, depolama ve ağ kaynaklarının verimli bir şekilde dağıtılmasını sağlamada ve genel performansı ve ölçeklenebilirliği artırmada kritik öneme sahiptir.
6. Metaverse tarafından kullanılan yapay zekâ algoritmaları, büyük miktardaki verileri gerçek zamanlı olarak etkin bir şekilde analiz ederek, kullanıcı etkileşimlerine, geri bildirimlere ve ortamda meydana gelen değişikliklere göre sanal ortamlara uyum sağlama yeteneği sağlamaktadır. Yapay zekâ teknolojilerinin metaverse'ye dahil edilmesi, güvenlik protokollerinin korunması ve etik standartlara uyulması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

7. Yapay zekâ destekli içerik denetimi, zararlı faaliyetlerin tespiti ve önlenmesi ve kullanıcıların gizliliğinin ve kişisel bilgilerinin korunması, sosyal medya platformları tarafından yerine getirilen temel rollerdir.

Dijital avatarlar, yapay zekânın metaverse ile iş birliği yapmasının bir başka yoludur. Örneğin, kullanıcılara kendilerini temsil edecek gerçekçi avatarlar sağlamak için yapay zekâ, NLP, sanal gerçeklik ve bilgisayar görüşü kullanarak ortamlar, diyaloglar ve görüntüler oluşturmaya yardımcı olabilmektedir. Özetle yapay zekâ, dijital avatarlar, sohbet robotları, arayüzler ve daha fazlası dahil olmak üzere çeşitli şekillerde metaverse ile etkileşime girebilir (Thakur vd., 2023, s. 175).

7. Metaverse için Üretken Yapay Zekâ

Metaverse, önceden eğitilmiş üretken yapay zekâ (GenAI) modellerini ve geniş metin verileri üzerinde çalışılmış kapsamlı dil modellerini kullanabilir. Bu modellerde metin sınıflandırması, soru cevaplama veya duygu analizi gibi belirli görevler iyi şekilde ayarlanabilir. Popüler temel modeller arasında transformatörlerden çift yönlü kodlayıcı gösterimleri (BERT), üretken önceden eğitilmiş transformatör 3 (GPT-3), sağlam şekilde optimize edilmiş BERT ön eğitim yaklaşımı (RoBERTa) ve hafif BERT (ALBERT) bulunur. Bu modelleri entegre ederken, hassas bilgileri korumak için uygun önlemlerin uygulanmasının yanı sıra olası risklerin ve faydaların dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir (Alkaeed vd., 2024, s. 6).

7.1. ChatGPT AI-XR Destekli Metaverse

Yapay zekâ, kuruluşların ve bireylerin dijital çağda daha verimli bir şekilde çalışmasına olanak sağlayarak inovasyonu önemli ölçüde etkilemiştir. OpenAI, GPT (üretilmiş önceden eğitilmiş dönüştürücü) olarak bilinen bir tür yapay zekâ dil modeli tasarlamıştır. OpenAI, Kasım 2022'de ChatGPT'yi başlatmıştır ve bu yapay zekâ tabanlı uygulama insanların günümüz dünyasında düşünme, davranma ve yaşama biçimlerini kökten değiştirmiştir. ChatGPT'nin piyasada bulunan tipik botları ve sesli asistanları birkaç şekilde geride bıraktığı kaydedildi. Hızla popülerlik kazanan bu yapay zekâ uygulaması birçok profesyonel için vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. İnsanlar yaygın olarak kullanmaya başlasa da tüketiciler bazen yapay zekâ modellerinin güvenilirliği konusunda tereddüt etmektedir (Garg vd., 2024, s. 1).

ChatGPT, kullanıcı deneyimlerini geliştirmek için AI-XR (yapay zekâ ve genişletilmiş gerçeklik) etkin metaverse ortamlarına entegre edilebilen çok yönlü bir yapay zekâ aracıdır. Örneğin, sanal asistan, diyalog oluşturucu, tahmini metin aracı ve kişiselleştirme motoru olarak kullanılabilir. ChatGPT'yi sanal ortamlara entegre ederek kullanıcılara gerçek zamanlı yardım, bilgi ve destek sağlanabilmektedir. Buna ilaveten ChatGPT, VR (sanal gerçeklik) ve metaverse'deki kullanıcılar ve sanal karakterler arasında ilgi çekici ve doğal bir diyalog oluşturabilir. Dahası, ChatGPT kullanıcılara gerçek zamanlı olarak metin ve yanıtlar sunabilir ve sanal ortamlarda diğer kullanıcılarla iletişim kurmayı ve etkileşimde bulunmayı daha kolay hale getirebilir. Kullanıcılar ChatGPT'nin yeteneklerinden yararlanarak VR (sanal gerçeklik) ve metaverse içinde daha doğal, sezgisel ve kişiselleştirilmiş deneyimler yaşayabilir (Alkaeed vd., 2024, s. 6).

7.2. BERT AI-XR Destekli Metaverse

Google yapay zekâ dil ekibi, akademi ve endüstride popüler hale gelen birçok farklı alanda çift yönlü kodlama gösterim dönüştürücüsü (BERT) olarak bilinen önceden eğitilmiş bir modeli kamuoyuna açıklayarak doğal dil işlemede önemli bir atılım gerçekleştirmiştir (Shi vd., 2023, s. 2).

Geniş bir metin verisi gövdesi üzerinde eğitilen BERT, kelime bağlamını dikkate alarak cümle anlamını anlama becerisini geliştirmektedir. BERT, ifade edilen duyguyu belirlemek için sohbet mesajları, sosyal medya gönderileri veya incelemeler gibi kullanıcı tarafından oluşturulan içeriği işleyebilir. Bu, kullanıcı geri bildirimlerini anlamak, sanal deneyimlerin etkisini değerlendirmek veya hatta metaverse içindeki siber zorbalık gibi potansiyel sorunları belirlemek için önemlidir. BERT'in metaverse'deki uygulaması doğal dil anlayışını geliştirirken, hassas bilgilere erişebileceği için gizlilik endişeleri de doğurur. BERT'i metaverse verilerinde hassas bir şekilde ayarlamak, sanal deneyimler, ürünler ve sosyal bağlantılar için kişiselleştirilmiş önerilere olanak tanır ve doğru öneriler için bağlamsal anlayışını kullanır. Ancak, BERT'i metaverse'de kullanmak aynı zamanda potansiyel kötüye kullanım, kamuoyu manipülasyonu, karar etkisi ve gizlilik hakları ihlali hakkında etik kaygıları da gündeme getirmektedir (Alkaeed vd., 2024, s. 7).

7.3. RoBERTa AI-XR Destekli Metaverse

İki adımlı çok katmanlı çift yönlü bir dönüştürücü ile ön eğitim ve hassas şekilde ayarlamaya dayalı bir dil modelidir. İlk olarak, BERT, BooksCorpus ve İngilizce Wikipedia kullanılarak maskeli dil modelleme ve sonraki cümle tahmini olmak üzere iki görevde önceden eğitilmektedir. Daha sonra ise BERT 11 doğal dil işleme (NLP) görevinde hassas ayarlamalar yaparak her birinde en son teknoloji performansına ulaşmaktadır (Wang vd, 2023, s. 932).

7.4. ALBERT AI-XR Destekli Metaverse

BERT modeline benzer şekilde, ALBERT, metindeki çok anlamlılık sorununu çözmek için cümle düzeyinde bağlamın semantik özelliklerini dinamik olarak temsil etmek için bir dönüştürücü ve çok başlı öz dikkat mekanizması (MSA) kullanmaktadır. Örneğin, "Henan" için "Henan neşelen" ve "Henan yağmur fırtınası" gibi farklı sözcük vektörleri atanmaktadır (Zhang ve Ma, 2023, s. 2).

Sonuç

Metaverse, kullanıcılarına kişiselleştirilmiş ve sürükleyici hizmetler sunmak için yapay zekâ (AI), genişletilmiş gerçeklik (XR) ve karma gerçeklik (MR) gibi çeşitli teknolojilerden yararlanmakta olan bir teknolojidir. Bu çalışmada, metaverse kavramının anlamı, özellikleri ve tarihsel süreci ile yapay zekâ ile kullanımı üzerinde durulmuş aynı zamanda işletme örnekleri ile kıyaslamalar yapılmaya çalışılmıştır.

Son zamanlarda metaverse kavramı hem iş dünyasında hem de akademik dünyada giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Gölge (2025) tarafından reklam sektöründeki çalışanların yapay zekâ teknolojisine yönelik tutumları, algıları ve kullanım durumları üzerinde yapılan çalışmada elde edilen bulgular neticesinde bu teknolojinin giderek benimsenmeye başladığı fakat bunun yanında birtakım kaygıların olduğu sonucu ortaya çıkmıştır ve iş kayıpları, etik sorunlar ve yaratıcılığın makinelerle geçmesi gibi durumlar çalışanlar tarafından kaygı duyulan konulardan olduğu ifade

edilmektedir. Benzer kaygılara çalışmamızda da yer verilmiştir. Shin ve Park (2025) çalışmalarında metaverse dünyasında ne tür riskler olduğu ve kullanıcıların bu riskleri nasıl algıladıkları konusunda literatüre katkıda bulunmuşlar ve metaverse dünyasında bireysellikten toplumsal düzeye kadar toplam 21 adet farklı riskin mevcut olduğu sonucuna varmışlardır. Tanımlanan bu 21 risk faktörüne ilişkin kullanıcı algılarının karşılaştırmalı bir analizi yapılarak kullanıcı algılarının demografik faktörlere, platform özelliklerine ve deneyim seviyelerine bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır. Metaverse kullanıcıları tarafından algılanan en ciddi ilk beş risk siber zorbalık ve taciz, dil tahribatı, yasadışı ve zararlı bilgiler, internet trolleri ve bilgisayar korsanlığı olarak öne çıkmıştır. Bunlar arasında siber zorbalık ve taciz, 50 yaş ve üzeri olanlar hariç çoğu kullanıcı grubunda tutarlı bir şekilde yüksek risk faktörü olarak ortaya çıkmıştır. Shin ve Park (2025) tarafından yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar yaptığımız çalışmada dile getirilen risk faktörlerini desteklemektedir.

Nalbant ve Aydın (2024) çalışmalarında dijitalleşmenin pazarlama alanındaki etkisini, yapay zekâ ve metaverse teknolojilerinin gelişimleri ile pazarlama alanında kullanımlarının işletmelere getirdiği avantajları ve dezavantajları inceleyerek literatüre katkıda bulunmuşlar ve yapay zekâ ile metaverse'in dijital pazarlama alanında etkilerinin pozitif yönde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fakat bu tarz çalışmalarda dijital teknolojilerin getirebileceği etik sorunlar, gizlilik ve güvenlik ihlallerinin de üzerinde durulması gerekmektedir. Çalışmamızda bu konunun önemi vurgulanmıştır.

Jung vd. (2024) yaptıkları çalışmada çeşitli hizmet sektörlerini metaverse teknolojisi bağlamında incelemişler ve metaverse'in yeni deneyimler geliştirme, dijital dünya ile etkileşimlerin tanıtılması ve yeni iş-tüketici gibi fırsatları ile mevcut teknolojik sınırlar, sağlık sorunları, veri gizliliği, güvenlik ve yasal sorunları gibi zorlukları ele alarak literatüre katkıda bulunmuşlardır. Bulunan sonuçlar çalışmamızda yer alan konuları desteklemektedir ayrıca enerji tüketiminin fazlalığına da çalışmamızda yer verilmiştir.

İşletmeler daha çok müşterilerin ilgisi çekebilmek ve önemli derecede rekabet avantajı elde edebilmek için dijital teknolojileri kullanmaya başlamışlardır. Aynı zamanda globalleşen dünyada maliyetlerin gittikçe artması ve daha uzak yerlere bile erişebilme olanağı sayesinde maliyetlerin azaltılabilmesi sebebiyle metaverse dünyasında gerçekleştirilen etkinlikler işletmeler tarafından benimsenmeye başlanmıştır.

Dijital ortamda oluşturacağınız ve sizin kimliğinizi yansıtacak avatarlar ile sanal evrende konserlere, toplantılara, eğlence yerlerine, çeşitli organizasyonlara konum fark etmeksizin erişim sağlanabilmekte ve seyahat edilebilmektedir. Meta evrende arsa alınıp satılabilmekte, mağazalar açılmakta yani fiziksel evrenin yansması şeklinde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklikle beraber bulunduğu yerden inanılmaz deneyimler yaşanabilmektedir. İşletmeler buralara yatırımlar yapmakta ve müşterilerine yeni olanaklar sunmaktadırlar.

Literatür incelendiğinde, yapay zekâ destekli metaverse kullanımı hem dünyada hem de ülkemizde giderek artmakla beraber sınırlı sayıda çalışma bulunduğu düşünülmektedir. Bu teknolojinin yaygınlaşabilmesi için teknik olarak daha güçlü bir altyapı ve veri gizliliği bakımından daha güvenli teknolojik gelişmelere de ihtiyaç duyulmaktadır. Sze, Salo ve Tan (2024), metaverse'de sürdürülebilirlik konusunda yaptıkları çalışmada metaverse teknolojisinin toplumsal yönlerine yani merkezi olmayan güvene dikkat etmenin gerekliliğinin sürdürülebilirlik açısından önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sonuç olarak, yapay zekâ metaverse'deki kullanıcı deneyimini ciddi ölçüde geliştirme ve sanal operasyonların verimliliğini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, bu teknolojileri keşfetmeye ve geliştirmeye devam etmek ve bunları olumlu etki potansiyellerini en üst düzeye çıkaracak şekilde entegre etmek önemlidir. Büchel ve Spinler (2024), metaverse'in e-ticaret iş modelleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada işletmelerin ürünlerini konumlandırmak için metaverse kullanıcılarını hedef almaya başladıkları ve metaverse'in önemli bir dağıtım kanalı olmaya başladığı sonucuna ulaşmışlardır. Büchel ve Spinler (2024) tarafından yapılan çalışmada bulunan sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

Gelecekte yapılacak araştırmalar, metaverse ve üretken yapay zekânın daha fazla iyileştirilmesi ve teknik entegrasyonu, kullanıcı verilerinin gizliliğinin korunması, etik sorunlar, enerji tüketimi fazlalığı gibi yönler odaklanabilir.

Metaverse'ye ilişkin iş ve yönetim alanındaki gelecekte araştırma yapılabilecek konu önerileri şöyle sıralanabilir: Gerçek dünyada uygulama çalışmaları, metaverse'in uzun vadeli etkisinin araştırılması, sanal çözümlerle karbon ayak izini azaltmada yenilikler, metaverse'ye işgücü adaptasyonu için eğitim ve öğretim, dijital etkileşimler için yasal ve düzenleyici çerçeveler, siber güvenlik önlemleri ve veri korumasına odaklanma, yeni iş modelleri, pazar fırsatları ve gelir akışlarının yaratılması, metaverse için teknoloji entegrasyonunun keşfi (Varriale vd., 2024, s.11).

Değerlendirme	İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme
Etik Beyan	* Bu makale etik kurul kararı gerektirmemektedir ve daha önce herhangi bir yerde sözlü bildiri olarak sunulmamış ve bir tez çalışmasından üretilmemiştir. * Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Benzerlik Taraması	Yapıldı – Ithenticate
Etik Bildirim	itobiad@itobiad.com
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Yazar Katkıları (Makale Çift veya Üç Yazarlı olduğu takdirde)	Çalışmanın Tasarlanması: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40), Veri Toplanması: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40) Veri Analizi: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40) Makalenin Yazımı: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40) Makale Gönderimi ve Revizyonu: 1. Yazar (%60), 2. Yazar (%40)
Peer-Review	Double anonymized - Two External
Ethical Statement	* This article does not require an ethics committee decision and has not been presented as an oral presentation anywhere before or has not been produced from a thesis study. * It is hereby declared that scientific and ethical principles have been followed during the preparation of this study and that all studies utilized have been indicated in the references.
Plagiarism Checks	Yes - Ithenticate
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Complaints	itobiad@itobiad.com
Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Author Contributions (If the article is written by two or three authors)	Design of Study: 1. Author (%60), 2. Author (%40), Data Acquisition: 1. Author (%60), 2. Author (%40), Data Analysis: 1. Author (%60), 2. Author (%40), Writing up: 1. Author (%60), 2. Author (%40), Submission and Revision: 1. Author (%60), 2. Author (%40),

Kaynakça / References

Alkaeed, M., Qayyum, A., & Qadir, J. (2024). Privacy preservation in Artificial Intelligence and Extended Reality (AI-XR) metaverses: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 231, 1-31.

Anadolu Ajansı. (2022). Turkcell çalışanlarına "metaverse" dünyasının kapıları açıldı. Erişim adresi : <https://www.aa.com.tr/tr/isdunyasi/bilisim/turkcell-calisanlarina-metaverse-dunyasinin-kapilari-acildi/675650>

Anadolu Ajansı. (2022). Vestel, Metaverse evreninde yerini alıyor. Erişim adresi : <https://www.aa.com.tr/tr/isdunyasi/teknoloji/vestel-metaverse-evreninde-yerini-aliyor/670835>

Anadolu Ajansı. (2022). Yerli ve milli metaverse platformu gözünü dünyaya dikti. Yerli ve milli metaverse platformu gözünü dünyaya dikti: Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/yerli-ve-milli-metaverse-platformu-gozunu-dunyaya-dikti/2713503>

Aysan A. F., Batten, J., Gozgor, G., Khalfaoui, R., & Nanaeva, Z. (2024). Metaverse and financial markets: A quantile-time-frequency connectedness analysis. *Research in International Business and Finance*, 72, 1-24.

Biesheuvel, A. L., Dongelmans, D. A., & Elbers, P. W. G. (2024). Artificial intelligence to advance acute and intensive care medicine. *Current Opinion in Critical Care*, 30(3), 246-250.

Bui, M., Pham, H., Thanh, B. N., & Tiwari, A. K. (2024). Revisiting the determinants of cryptocurrency excess return: Does scarcity matter? *International Review of Economics and Finance*, 96, 1-28.

Büchel, H., & Spinler, S. (2024). The impact of the metaverse on e-commerce business models – A delphi-based scenario study . *Technology in Society* , 76, 1-27.

Cauz, M., Clarinval, A., & Dumas, B. (2024). Text readability in augmented reality: a multivocal literature review. *Virtual Reality* , 28(59), 1-19.

Cellat, M. (2023). Yerel Yönetimlerde Metaverse Denemeleri: Türkiye Ve Güney Kore Örneği. *Kamu Yönetimi Ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 26-50.

Checucci, E., Vecchia, A., Puliatti, S., De Backer, P., Piazza, P., Kowalewski, K. F., Rodler, S., Taratkin, M., Belenchon, I. R., Baekelandt, L., De Cillis, S., Piana, A., Eissa, A., Rivas, J., Cacciamani, G., & Porpiglia, F. (2024). Metaverse in surgery — origins and future potential. *Nature Reviews Urology*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41585-024-00941-4>

Chen, J., Wang, N., Lin, T., Liu, B., & Hu, J. (2024). Shock or empowerment? Artificial intelligence technology and corporate ESG performance. *Economic Analysis and Policy*, 83, 1080-1096.

Cristache, N., Pricopoaia, O., Năstase, M., Şişu, J. A., Tîrnovanu, A. C., & Mătiş, C. (2024). The metaverse, a new frontier for innovative business models. *Technological Forecasting & Social Change*, 209, 1-22.

Dogani, J., Namvar, R. & Khunjush, F. (2023). Auto-scaling techniques in container-based cloud and edge/fog computing: Taxonomy and survey. *Computer Communications*, 209,

120-150.

Durukal, E. & Armağan, E. (2022). Metaverse ve Pazarlamaya Etkileri. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 11(3), 1890-1909.

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., Medaglia, R., Le Meunier-FitzHugh, K., Le Meunier-FitzHugh, L. C., Misra, S., Mogaji, E., Sharma, S. K., Singh, J. B., Raghavan, V., Raman, R., Rana, N. P., Samothrakis, S., Spencer, J., Tamilmani, K., Tubadji, A., Walton, P., & Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 1-47.

Eren, B. S., Erek, M. S. & Buyruk Akbaba, A. N. (2020). Kripto Para Kavramı ve Muhasebeleştirilmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 1340-1367.

Ergüney, M. & Tepe, N. (2023). Metaverse: Bir Metafor Çalışması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 1178-1195.

Fadhel, M. A., Duham, A. M., Albahri, A. S., Al-Qaysi, Z. T., Aktham, M. A., Chyad, M. A., Abd-Alaziz, W., Albahri, A. S., Alamoodi, A. H., Alzubaidi, L., Gupta, A. & Gu, Y. (2024). Navigating the metaverse: unraveling the impact of artificial intelligence—a comprehensive review and gap analysis. *Artificial Intelligence Review*, 57(264), 1-58.

Gandhi, M., Gaur, A., Kar, A. K., & Dwivedi, Y. K. (2024). Crafting user experiences in the metaverse: A design science study. *Technological Forecasting & Social Change*, 209, 1-14.

Garg, S., Ahmad, A., & Madsen, D. Ø. (2024). Academic writing in the age of AI: Comparing the reliability of ChatGPT and Bard with Scopus and Web of Science. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 1-20.

Gölgeli, K. (2025). Yapay Zekâ ile Reklam Tasarımı: Reklamcılara Yönelik Bir Araştırma. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 319-336.

Hwang, G. J., & Chien, S. Y. (2024). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-6.

Inbusiness. (2022). Orka, Metaverse evrenine iddialı giriyor. Erişim adresi : <https://www.inbusiness.com.tr/sectorler/tarim-gida-perakende/2022/01/03/orka-metaverse-evrenine-iddiali-giriyor>

Idelberger, F., & Mezei, P. (2022). Non-fungible tokens. *Internet Policy Review*, 11(2), 1-9.

Iqbal, M., Suhail, S., Milani, F., & Halas, Y. (2024). Metaverse in financial industry: Use cases, value, and challenges. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2), 1-17.

Jnr, B. A. (2024). Artificial intelligence of things and distributed technologies as enablers for intelligent mobility services in smart cities-A survey. *Internet of Things*, 28, 1-22.

John, B., Kurian, J. C., Fitzgerald, R., & Goh, D. H. L. (2022). Students' Learning Experience in a Mixed Reality Environment: Drivers and Barriers. *Communications of the*

Association for Information Systems, 50, 510-535.

Jung, T., Cho, J., Han, D. D., Ahn (Grace), S. J., Gupta, M., Das, G., Heo, C. Y., Loureiro, S. M. C., Sigala, M., Trunfio, M., Taylor, A., & Dieck, M. C. T. (2024). Metaverse for service industries: Future applications, opportunities, challenges and research directions. *Computers in Human Behavior*, 151, 1-18.

Kovtun, V., Grochla, K., Zaitseva, E., & Levashenko, V. (2024). The concept of effective coverage radius use of the unlicensed high-frequency range in the operation of the 5G network. *Heliyon*, 10, 1-19.

Kumar, R., & Agrawal, N. (2023). Analysis of multi-dimensional Industrial IoT (IIoT) data in Edge-Fog-Cloud based architectural frameworks : A survey on current state and research challenges. *Journal of Industrial Information Integration*, 35, 1-26.

Kumar, H. (2024). Virtual worlds, real opportunities: A review of marketing in the metaverse. *Acta Psychologica*. 250, 1-13.

Lareyre, F., Mialhe, C., Nasr, B., Poggi, E., Di Lorenzo, G., Rajhi, K., Chaudhuri, A., & Raffort, J. (2024). Extended and augmented reality in vascular surgery: Opportunities and challenges. *Seminars in Vascular Surgery*, 37, 321-325.

Lim, C., Ratan, R., Foxman, M., Meshi, D., Liu, H., Hales, G. E., & Lei, Y. S. (2024). An Avatar's worth in the metaverse workplace: Assessing predictors of avatar customization valuation . *Computers in Human Behavior* , 158, 1-11.

Lu, H. P., Chang Y. C., & Chen, C. S. (2024). How to trigger user's willingness to participate in the metaverse? An exploration of the significant factors of the metaverse. *Virtual Reality*, 28(83), 1-16.

Marburger, A. (2024). Artistic intelligence vs. artificial intelligence. *Artnodes*(34), 1-7.

Nalbant, K. G., & Aydın, S. (2024). Geçmişten Günümüze Geleneksel Pazarlamadan Dijitalleşen Pazarlamaya Evrilen Süreçte Yapay Zekâ ve Metaverse Faktörleri. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 17(2), 231-258.

Ng, Y. X., Chang, C., Tan, C. Y., & He, H. G. (2024). Women's perceptions of the use of virtual reality during childbirth: A qualitative systematic review and meta-synthesis. *Midwifery*, 139, 1-15.

Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., Ding, J., & Daneshmand, M. (2021). A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges. *Arxiv*, 1-34. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.09673>

Nuojua, S., Pahl, S., Wyles, K. J., & Thompson, R. C. (2024). The impact of virtual reality exposure on ocean connectedness and consumer responses to single-use packaging. *Journal of Environmental Psychology*, 99, 1-15.

Pan, M., Wong, M. O., Lam, C. C., & Pan, W. (2024). Integrating extended reality and robotics in construction: A critical review. *Advanced Engineering Informatics*, 62, 1-17.

Panagiotidis, T., & Papapanagiotou, G. (2024). A note on the determinants of non-fungible tokens returns. *International Journal of Finance & Economics*, 1-11. doi:10.1002/ijfe.3008

- Paulsen, L., Dau, S., & Davidsen, J. (2024). Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: a systematic literature review. *Virtual Reality*, 28(63), 1-17.
- Peng, S., Shams, S., Prentice, C. & Sarker, T. (2024). Consumer confidence and cryptocurrency excess returns: A three-factor model. *Global Finance Journal*, 62, 1-22.
- Pernice, I. G. A., & Scott, B. (2021). Cryptocurrency. *Internet Policy Review*, 10(2), 1-10.
- QUA Granite. (t.y.). QUA Granite, sektöründe Metaverse evrenine yatırım yapan ilk şirket oldu. Erişim adresi : <https://surdurulebilirlik.qua.com.tr/haber/qua-granite-sektorunde-metaverse-evrenine-yatirim-yapan-ilk-sirket-oldu>
- Rathor, S., Zhang, M., & Im, T. (2023). Web 3.0 and Sustainability: Challenges and Research Opportunities. *Sustainability*, 15(20), 1-17.
- Rathore, B. (2023). Digital Transformation 4.0: Integration of Artificial Intelligence & Metaverse in Marketing . *International Peer Reviewed/Refereed Multidisciplinary Journal (EIPRMJ)*, 12(1), 42-48.
- Sagra. (t.y.). Erişim adresi : <https://www.sagra.com.tr/sagra-metaverse-de.html>
- Sarker, S., Henningsson, S., Jensen, T., & Hedman, J. (2021). The Use Of Blockchain As A Resource For Combating Corruption In Global Shipping: An Interpretive Case Study. *Journal of Management Information Systems*, 38(2), 338-373.
- Senadheera, S., Yigitcanlar, T., Desouza, K. C., Lİ, R. Y. M., Corchado, J., Mehmood, R., Mossberger, K., & Cheong, P. H. (2024). Metaverse as local government communication platform: A systematic review through the lens of publicness theory. *Cities*, 155, 1-21.
- Shahzad, K., Ashfaq, M., Zafar, A. U., & Basahel, S. (2024). Is the future of the metaverse bleak or bright? Role of realism, facilitators, and inhibitors in metaverse adoption. *Technological Forecasting & Social Change*, 209, 1-11.
- Shen, M., Tan, Z., Niyato, D., Liu, Y., Kang, J., Xiong, Z., Zhu, L., Wang, W., & (Sherman) Shen, X. (2023). Artificial Intelligence for Web 3.0: A Comprehensive Survey. *J. ACM*, 37(4), 1-35. doi:10.48550/arXiv.2309.09972.
- Shi, Z., Luktarhan, N., Song, Y., & Tian, G. (2023). BFCN: A Novel Classification Method of Encrypted Traffic Based on BERT and CNN. *Electronics*, 12(516), 1-16.
- Shin, S., & Park, J. (2025). A study on Metaverse risk factors and user risk perception in South Korea. *Telecommunications Policy*, 49, 1-17.
- Siemens. (2024). The emergent industrial metaverse. *MIT Technology Review Insights*, 1-28.
- Soliman, M. M., Ahmed, E., Darwish, A., & Hassanien, A. E. (2024). Artificial intelligence powered Metaverse: analysis, challenges and future perspectives. *Artificial Intelligence Review*, 57, 1-46.
- Subaşı, M., & Okumuş, K. (2017). Bir Araştırma Yöntemi Olarak Durum Çalışması . *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 419-426.
- Sze, L. B., Salo, J.,& Tan, T. M. (2024). Sustainable innovation in the metaverse: Blockchain's role in new business models. *Digital Business*, 4(2), 1-13.
- Taherdoost, H. (2023). Non-Fungible Tokens (NFT): A Systematic Review. *Information*,

14(1), 1-12. doi:10.3390/info14010026

Tahir, I., Shahzad, K., & Ensari, M. S. (2024). Utilising blockchain technology for managing natural resources: A case study of Reko Diq copper-gold project, Pakistan. *Resources Policy*, 98, 1-11.

Talaghat, M. A., Golroo, A., Kharbouch, A., Rasti, M., Heikkilä, R., & Jurva, R. (2024). Digital twin technology for road pavement. *Automation in Construction*, 168, 1-27.

Thakur, S. S., Bandyopadhyay, S., & Datta, D. (2023). Artificial Intelligence and the Metaverse: Present and Future Aspects. *The Future of Metaverse in the Virtual Era and Physical World*, 123, 169-184.

Varriale, V., Cammarano, A., Michelino, F., & Caputo, M. (2024). Exploring the environmental, economic, and social implications of metaverse adoption in business and management. *European Management Journal*, 1-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.emj.2024.09.007

Verma, L. P., Kumar, G., Khalaf, O. I., Wong, W. K., Hamad, A. A., & Rawat, S. S. (2024). Adaptive congestion control in IoT networks: Leveraging one-way delay for enhanced performance. *Heliyon*, 10, 1-21.

Wang, Q., Lai, K. H., & Tang, C. (2023). Solving combinatorial optimization problems over graphs with BERT-Based Deep Reinforcement Learning. *Information Sciences*, 619, 930-946.

Yang, H., Cho, Y., & Han, S. Y. (2024). Understanding user perceptions toward marketing in the metaverse. *Kybernetes*, 1-29. doi:https://doi.org/10.1108/K-08-2023-1524

Yang, T., Ma, C., & Mi, X. (2024). The transformative potential of blockchain technology in developing green supply chain: An evolutionary perspective on complex networks. *Computers & Industrial Engineering*, 197, 1-12.

Yoo, K., Welden, R., Hewett, K., & Haenlein, M. (2023). The merchants of meta: A research agenda to understand the future of retailing in the metaverse. *Journal of Retailing*, 99, 173-192.

Zhang, X., & Ma, Y. (2023). An ALBERT-based TextCNN-Hatt hybrid model enhanced with topic knowledge for sentiment analysis of sudden-onset disasters. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123, 1-13.

Zhu, J., Li, F., & Chen, J. (2024). A Survey of Blockchain, Artificial Intelligence, and Edge Computing for Web 3.0. *Computer Science Review*, 54, 1-28.