

Gelecek, Metaverse, Mimarlık ve Yapım Endüstrisi**

Kazime Elif AKTURAN ¹, Esin KASAPOĞLU ^{2*}

Öz

Kabuğundan çıkması aya ayak basarak başlayan insanoğlunun, farklı evren arayışına olan ilgisi devam etmiş, günümüzde ise adını giderek daha fazla duymaya başladığımız “metaverse” kavramı ile insanların evinde otururken farklı evrenlere gidebilmesi konuşulmaya başlanmıştır. Aslında bir oyun platformu olarak tanımlanabilecek olan metaversenin içerisinde birçok evren olup, yapım endüstrisi ve mimarlık dahil birçok farklı endüstrinin ilgisini çekmeyi başarmıştır. Bu çerçevede, internette yaşanan yeni gelişmelerle gündeme gelen metaverse ve teknolojilerinin tanıtılması, bugünden ileriye bakarak metaversenin mimarlık ve yapım endüstrisinin geleceğinde nasıl konumlanacağına yönelik bir değerlendirme yapılması düşüncesinden yola çıkılmıştır. Bu çalışma kapsamında, metaverse kavramının mimarlık ve yapım endüstrisi üzerinde olabilecek etkileri, getireceği yeni uygulamalar ve değişimler üzerinde konu ile ilgili uzmanların görüşlerini alarak ve yapılan kaynak taramasıyla destekleyerek geleceğe yönelik bir öngörü sunmak amaçlanmaktadır. Metaversenin mimarlık ve yapım endüstrisindeki olası etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla hazırlanan soru kağıdı, açık uçlu on bir sorudan oluşmaktadır. Metaverse hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olduğu düşünülen yedi katılımcıya ulaşılabilmiş, her biriyle görüşülmüştür. Görüşmeler sonucunda elde edilmiş olan verilerin değerlendirilmesi için nitel veri çözümlemesi kullanılmış, içerik çözümlemesiyle ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bir sonraki aşamada, elde edilen bulgular metaverse, mimarlık ve yapım endüstrisi bağlamında SWOT çözümlemesi yapılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler metaversenin yapım endüstrisinde gerçek dünyanın deneme mekanı olarak kullanılacağını göstermektedir. Çalışmanın yedi katılımcının görüşlerine yer vermesi, her birinin farklı alanlardan olması araştırmanın en önemli sınırlaması olup, konu hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi kişi sayısının az olmasından kaynaklanmaktadır. Yapım endüstrisinde yenileşimci (inovatif) uygulamaların kullanılmasının, metaverse teknolojileri kapsamında, zaman, maliyet ve iş gücü değişkenlerinde kazanım sağlanacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte, içinde bulunduğumuz koşullarda altyapı teknolojilerinin yetersiz olmasının, bugün için gerçek metaverse deneyimi yaşamadığımız sonucunu da beraberinde getirmektedir. Bu çerçevede, metaverseyi tam olarak deneyimlememize kadar olacak sürecin gerekli yatırımların yapılacağı ‘geleceğe hazırlık’ dönemi olacağı, altyapı teknolojilerinin hazırlanacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mimarlık, Yapım Endüstrisi, Gelecek, Metaverse, Teknoloji

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı İstanbul, Türkiye (ORCID NO: 0000-0002-9118-7477)

² İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID NO: 0000-0002-0530-1422)

*İlgili Yazar/Corresponding author: ekasapoglu@iku.edu.tr

**Bu çalışma Prof. Dr. Esin Kasapoglu danışmanlığında Metaverse’ün Yapım Sektöründeki Etkilerinin İncelenmesi başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul, Türkiye). İlgili araştırma T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu 17.11.2022 tarihli ve 2022/152 sayılı karar izni ile yapılmıştır.

Future, Metaverse, Architecture and Construction Industry

Abstract

The interest of human beings, who started to come out of their shell by stepping on the moon, continued, and today with the concept of "metaverse", whose name we are hearing more and more, started to talk about people's ability to go to different universes while sitting at home. In fact, metaverse, defined as a game platform with many universes, and managed to get noticed by many different industries, including the architecture and the construction industry. In this context, the basic idea is to introduce the metaverse and its technologies, which come to the fore with the new developments in the internet, and to make an evaluation of how the metaverse will be positioned in the future of the architecture and construction industry by looking forward from today. Within the scope of this study, the goal is providing a prediction for the future of the architecture and the construction industry by obtaining the opinions of experts on the subject and supporting it with a literature review on the possible impacts of the metaverse and the new applications and changes it will bring. A questionnaire with eleven open-ended questions prepared to evaluate the possible impacts of the metaverse on the future of the architecture and the construction industry. Within the frame of this study, interviews were conducted with seven participants from different fields of the architecture and the construction industry who had sufficient knowledge of the metaverse. The data obtained from the interviews evaluated with qualitative data analysis, and it examined in detail with content analysis. In the next step, the findings about metaverse, the construction industry and architecture evaluated with SWOT analysis. The results showed that metaverse will be used in the architecture and construction industry as a real-world test space in the future. The basic limitation of the study is number of participants with a total of seven people, although all of them from architecture and construction industry each of them from different fields, and it is because of the insufficient number of people having sufficient knowledge about the subject. When innovative applications in the architecture and construction industry within the frame of metaverse technologies will be used savings on time, cost, and workforce are expected. However, based on the results obtained we do not have a real metaverse experience, as there is no access to the infrastructure technologies required for accessing and using metaverse technologies today. In this framework, it is foreseen that today we are in a period of 'preparation for the future which will pass until we fully experience the metaverse' meaning investments will be made that will allow the preparation of infrastructure technologies.

Keywords: Architecture, Construction Industry, Future, Metaverse, Technology

1. Giriş

Sanayi Devrimi insanlık tarihi açısından önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmekte olup, yarattığı ivme ile teknolojik gelişmeler kaçınılmaz olarak günümüzde de devam etmektedir. 1764 yılında buharla çalışan makinenin ilk kez kullanımı, Sanayi Devrimi'nin tetikleyicisi ve Endüstri 1.0'ın başlangıcı olmuştur (Pilevari ve Yavari, 2020, s. 46). Endüstri 2.0 dönemi, dünyaya bambaşka bir "aydınlatma" yaşatmış olup, elektriğin 1752 yılında, elektriğin üretilebileceğinin ise 1800 yılındaki keşfi ile başlayarak 1980'lere kadar devam etmiştir (Özden, 2022, s. 36). 20. yüzyılın son yıllarında, 1980'lerden sonra başlayan Endüstri 3.0 dönemi ile makinelerin bilgisayarlar ile kontrol edilebilmesiyle kısmi otomasyon endüstrileri ve tüm üretim sürecinin insan eli değmeden otomatikleşmesi noktasına gelinmiştir (Vinitha, 2020, s. 3957). Yaşanan son gelişmeler 4.0 kavramını ortaya çıkarmış, bulut bilişim, 3B yazıcılar, nesnelerin interneti ve otonom

robot teknolojilerinin kullanılması gündeme gelmiştir. Endüstri 4.0'te iş alanlarında maliyet ve iş gücünde tasarruf sağlanırken üretim ve verimlilikte artma hedeflenmektedir (Saricioğlu, vd., 2021, s. 12). Kısa bir süre sonra başlayacak olan Endüstri 5.0 dönemi insan elinin değmediği makinalarla üretim yapılmasının gündeme gelmesiyle ortaya çıkmış olup günümüzde de devam etmektedir (Javaid, vd., 2020, s. 507).

1990'lardan bugüne kadar internetin büyümesiyle birlikte, kullanıcılara siber uzayda daha fazla sanal etkileşimle deneyimler sunmak için çeşitli yenilikçi teknolojiler yaratılmıştır. Bu bağlamda metaverse, gelişmekte olan birçok teknolojiden beslenen, paylaşılan bir sanal dünya olarak tanıtılmıştır (Huynh-The, vd., 2023, s. 1). İnsanların yaşamı fiziksel dünyadaki gibi deneyimleyecekleri, ortak bir paylaşım alanında diğer avatarlar ya da sayısal ikizlerle iletişim kuracakları, üç boyutlu ve kalıcı bir sanal dünya olarak tanımlanan metaverse, internetin sonraki aşaması olarak da görülmektedir (Baltacı, 2023, s.373). Bilgi çağında teknolojinin getirdiği bu gelişmeler oyun endüstrisinde başlamış olup (Kshetri, 2022, s. 12), günümüzde ise oyun endüstrisi dışında başka alanlarda da etkisini göstermektedir. 2020 yılında COVID-19'un tüm dünyada herkesin evlerine kapanıp karantina ortamlarında yaşamaya başlaması ile de fiziksel olarak kapalı alanda vakit geçirmek zorunda kalmaları, insanlara iletişim kurma ve genel ağ ortamını kullanmada yeni beceriler katmış, bu durum aynı zamanda sanal gerçeklik ortamlarında var olma düzeylerinin de kuvvetlenmesini beraberinde getirmiştir (Damar, 2021, s. 172). Günümüzde metaverse ortamına katılmak internet bağlantısı olan herhangi bir aygıt yeterli olabilmektedir. Bununla birlikte, gelecekte günümüzden çok daha gelişmişmiş bir dünyada, 3 boyutlu modellenen sanal bir ortamda, kendimizin seçtiği sayısal bir avatar ile var olacağımız öngörülmektedir. Söz konusu sanal ortam, sayısal ve fiziksel ortamın harmanlanmasını sağlayan artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileri üzerine inşa edilmiş bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Güler ve Savaş, 2022, s. 293). Yeniliklere yavaş uyum sağlayabilen yapım endüstrisinde bile, COVID-19'un müşteriler ve yapım şirketleri üzerinde etkisi olmuş, yöneticiler üzerinde sayısal çözümler arama konusunda yüksek baskı oluşturmuş ve uzaktan çalıştırılabilen veya uzaktan kontrol teknolojilerine olan gereksinim konusunun haklı olduğu durumlarda olabileceği görülmüştür (Orzel ve Wolniak, 2022, s. 3).

Bu çalışma kapsamında yapım endüstrisinde yeni bir kavram olan metaverse ile metaverse ortamının gelecekte yapım ve mimarlık alanları üzerindeki olası etkilerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Günümüzde metaverse kavramının Türkçe'deki karşılığı tartışılmaya devam edildiği, kapılar, öte evren, sanal evren gibi henüz netlik kazanmadığı için (Karakoç, 2022, s.11) bu çalışma kapsamında "metaverse" olarak kullanılacaktır. Bu araştırmada, metaversenin yaşamımıza girmesiyle mimarlık ve yapım endüstrisi çerçevesinde ne tür değişimler ve gelişmeler olmasının beklendiği, uzman görüşleri ve kaynak taramalarından elde edilen veriler yardımıyla değerlendirilecektir.

2. Metaverse'ün Tanımı ve Gelişmesi

Yaşanan son gelişmeler ışığında yeni nesil iletişim ağı olarak ortaya çıkan metaverse kavramı sanal gerçekliğin ötesinde bugüne kadar olmayan etkileşimlerle gündem yaratmayı başarmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojileri kavramları arasında görece yeni kabul edilebilecek olan metaverse sözcüğü ilk olarak, 1992 yılında yayınlanan Neal Stephenson'ın yazdığı Parazit (Snow Crash) adlı romanda geçmektedir (Ergüney ve Tepe, 2023, s. 1180; Liu, vd., 2023, s. 1). Metaverse, romanda bir sanal gerçeklik (VR) alanı olarak, 3 boyutlu ortamlar ile avatarların artırılmış gerçeklik teknolojileri yardımıyla betimlendiği, fiziksel dünya ile de sıkı bağlantısının olduğu vurgulanarak tanımlanmaktadır (Dwivedi, vd., 2022, s. 2; Zhang, vd., 2022, s. 2). Metaverse

kavramının sözcük olarak karşılığına baktığımızda, İngilizce ötesi anlamındaki "meta" ön eki ve evren anlamındaki "universe" sözcüğünün kısaltması olan "verse" ile birleşimi olup, fiziksel dünyanın ötesinde bir evren olarak açıklanmaktadır (Dionisio, vd., 2013, s. 34-6; Far ve Rad, 2022, s. 10). Kavramın yaygınlık kazanmasının özellikle Facebook'un adının 'Meta' olarak değiştirilmesiyle 2021 yılında başladığını söylemek mümkündür (URL-1). Şirket, bu değişimi metaverse ortamının internet ve dolayısıyla şirket için bir sonraki aşama olduğunu açıklayarak gerçekleştirmiştir (Kshetri, 2022, s 12).

Gerçek zamanlı olarak çevrimiçi sistemlerde çalışan bir altyapı üzerine kurulan metaverse ortamına, kullanıcılar istemli olarak erişmekte ve internet üzerinde yaratılmış bir sanal dünya ile sayısal avatar kullanarak etkileşime girmektedirler (Güler ve Savaş, 2022, s. 304). Metaverse, sanal zaman ve mekanın bir araya geldiği, gerçek dünyaya paralel olarak sayısal biçim ile oluşturulan paralel bir evren olarak da tanımlanmaktadır (Lv, vd., 2022, s 9). Genişletilmiş gerçeklik, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, karma gerçeklik, sayısal ikiz, yapay zeka, blok zincir teknolojisi, web 3 teknolojisi ve nesnelerin interneti ise metaverse ortamlarını oluşturan teknolojik bileşenlerdir. Genişletilmiş gerçeklik, bilişim teknolojileri alanındaki en yeni gelişmelerden olup, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik teknolojilerini kapsamaktadır. Söz konusu teknolojiler ile insanlar tamamen veya kısmen oluşturulmuş olan sayısal içerik ile etkileşime girmektedir (Lee, vd., 2021, s. 1). Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların üzerine sanal nesnelerin, 3B/2B görüntüler, videolar ve seslerin, yerleştirildiği gerçek dünya ortamlarını görüntülemesine olanak tanıyan uygulamaları ifade etmektedir (Hughes, 2014, s. 3). Sanal gerçeklik, yazılım ve başlık aygıtları kullanılarak kişinin fiziksel dünya vizyonunu sayısal olarak üretilmiş sahneye değiştiren bir teknolojidir (Mozumder, vd., 2022, s. 258). Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin bir karışımı olarak tanımlanan karma gerçeklik teknolojisi, sayısal alanda oluşturulan sanal nesnelere ile gerçek ortamdaki nesnelerin bir araya getirilmesi ve birbiriyle etkileşime girmesi olarak betimlenmektedir. Söz konusu teknolojiler ile insanlar fiziksel dünyada akıllı gözlükler ve başa takılan aygıtlar kullanarak etkileşimde bulunmaktadır (Güler ve Savaş, 2022, s. 305; Lee, vd., 2021, s. 7). Sayısal ikiz, gerçek dünyadaki karakterlerin metaverse ortamındaki yansımaları olduğu için karakterlerin görünümüne ve duyularına gereksinim duyulmaktadır. 3 boyutlu görüntülerde farklı kıyafetler, saç stilleri ve yüz ifadeleri yaratılabilmektedir (Peng, vd. 2022, s. 9). Yapay zekanın net ve üzerinde anlaşmaya varılmış bir tanımı bulunmamakla birlikte, makinelerin tipik olarak insan zekası gerektiren görevleri verimli bir şekilde, hatta daha verimli bir şekilde gerçekleştirebilmesi için insan zekasının benzerini bir makinede oluşturmaya çalışan bir bilgisayar bilimi dalı olarak tanımlanmaktadır (Mehan, 2022, s. 30). Genel olarak blok zincir teknolojisi, şifreleme teknikleri kullanılarak bir iş ağında birbirine bağlanmış olan kayıtlı işlemler ile izlenen varlıkların listesini içeren sayısal defter olarak tanımlanmaktadır (Huynh-The, vd., 2023, s. 7). Blok zincir teknolojisinin, metaverse ortamında veri hizmetleri ve varlık değişiminin güvenli ve güvenilir bir biçimde gerçekleştirilmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır (Fu ve Luan, 2023, s. 3590). Anlamsal web olarak da adlandırılan web 3.0 veri gizliliği konusundaki endişelerden doğmuş olup, kullanıcılar kendi kimlik, içerik ve verilerini denetleme olanağına sahip olmaktadır. Web 3 teknolojisi ile arama sonuçları daha doğru olarak bulunmakla birlikte, çeşitli kaynaklardan bilgi çıkarma ve bunların karşılaştırılması da mümkün olmaktadır (Kapan ve Üncel, 2022, s. 278). Elle veri girişine gerek kalmayacak olan web 3 teknolojisi, nesnelerin interneti, kablosuz internet ve giyilebilir teknolojilerin gelişimi ile verilerin kameralar, sensörler, vb. algılayıcı aygıtlar yardımıyla toplandığı, kendi aralarında toplanan veriler ile internet üzerinden iletişim yapan ve karar veren adresleri belirlenebilen makinelerin oluşturduğu bir ağ yapısı biçiminde tanımlanmaktadır (Güler ve Savaş, 2022, s. 306). Nesnelerin interneti (IoT), İnternet'in RFID, Sensör ve akıllı nesnelere birleşimidir. Nesnelerin İnterneti, gerçek dünyadaki tüm

bilgileri sağlamak ve bunlara erişmek için "internete ait şeyler" olarak tanımlanabilir. Milyarlarca cihazın sisteme ilişkilendirilmesi beklenmete olup, ham verilerin anlamlı çıkarımlara dönüştürme sürecini de beraberinde getireceği düşünülmektedir (Atzori vd., 2010, s.2787).

3. Metaverse, Mimarlık ve Yapım Endüstrisine Yönelik Geçmişte Yapılmış Çalışmalar

Yapım endüstrisinde metaverse uygulamalarına yönelik yürütülmüş çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birini yürütmüş olan Karadağ (URL-4), metaverse ortamında terapi merkezleri, dans kulüpleri ya da farklı spor türlerinin yapılabildiği ortamlarda uzak yerlerdeki arkadaşlarla bir araya gelinerek sosyalleşebilecek mekanların tasarlanmasının söz konusu olduğuna değinmektedir. Bu uygulamaların tasarımında mimarlarla birlikte farklı uzmanlıklarındaki tasarımcılarla çalışmanın söz konusu olacağı, disiplinler arası çalışma gruplarına gereksinim duyulacağını belirtmektedir (URL-4). Jang ve Kim (2024, s. 22) Metaverse ortamında mimarlığa giderek artan ilgi, insanların gerçek dünyadaki faaliyetlerini sanal ortamda sürdürmek istemeleri, dinlenme, çalışma ve oyun için mimari alanlara duyulan gereksinimden yola çıkmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar metaverse için bile çok sayıda binayı hızlı bir şekilde inşa etmek değil, binaları kullanıcıların tercihlerine ve ilgi alanlarına göre inşa etmek gerektiğini ortaya koymaktadır. Tang ve Hou (2022, s. 446), kullanıcıların gereksinimlerini toplamak, mimari gereksinimleri belirlemek ve metaverse mimarisi için bir ön çerçeve oluşturmak amacıyla nitel bir kullanıcı çalışması yürütmüşlerdir. Bu çerçevede, kullanıcıların metaverse ortamındaki gereksinimlerini karşılamak için 3 boyutlu sanal görüntüler ile fiziksel mimari öğeleri bütünleştirecek stratejiler geliştirmeyi amaçlamaktadırlar (Tang ve Hou, 2022, s. 453). Ding vd. (2022, s. 55) metaverse ortamında öz düzenleyici mimarlık kuramını kullanarak, mimari tasarım ve yapımda kullanıcı-tasarımcı ortaklığında gerçekleştirilen yapım sürecini araştırmışlardır.

Kwok (2022, s. 112), sayısal mimari, mühendislik ve yapım alanında metaverse için geleceğin en büyük oyuncularından biri olduğunun göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Mimarlık, mühendislik ve yapım endüstrisi için metaverse daha iyi anlaşılması gereken önemli bir teknolojik gelişme olarak belirtilmektedir. Endüstrideki paydaşların metaverse teknolojilerindeki hızlı gelişimin, genişlemesi ve küresel eğilimle eşleşmesi için geliştirmeye erkenden başlanmasının önemi üzerinde durulmaktadır (Kwok, 2022, s. 112). Mozumder vd. (2022, s. 5) ise yaptıkları çalışmada gelişmekte olan teknolojilerin katılımı ve ekosistemin aşamalı gelişimi ve iyileştirilmesiyle, metaverse sanal dünyalarının önümüzdeki yıllarda kökten farklı görüneceğini vurgulamakta olup, bununla birlikte, metaverse ile fiziksel dünya ve günlük hayatımızın bütünleşmesinden önce altından kalkılması gereken çeşitli zorlukların bulunduğunu belirtmektedir (Mozumder, vd., 2022, s. 5). Zang vd. (2023, s. 71), yapım endüstrisinde metaverse kullanımının artması ile gelecekte mimari eğilimlerdeki değişimi araştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Yazarlar, metaverse için önümüzdeki yıllarda insanların günlük yaşamının vazgeçilmez bir parçası haline geleceğini ifade etmektedirler. Bununla birlikte metaverse ortamında, fiziksel dünyanın temel özelliklerini yalnızca yaratma ve benzetim yoluyla inşa edebilmenin söz konusu olacağı, insanların özgürce yaratabileceği sanal bir dünya olmayacağı sonucuna da varmaktadırlar (Zang, vd., 2023, s. 71). Waqar vd. (2023a, s. 3) ise Metaverse teknolojisinin bir iş bağlamında başarılı bir şekilde uygulanmasının altında yatan kritik etkenleri araştırmaktadır. Araştırma kapsamında, Bangladeş'teki mimarlık, mühendislik ve yapım endüstrisindeki deneyimli profesyonellerden toplanan veriler faktör analizi ve yapısal eşitlik modellemesi yoluyla değerlendirilmektedir (Waqar, vd., 2023a, s. 3).

Yapılan kaynak taramaları sonucunda, metaverse ile yapım endüstrisinde ortaya çıkacak değişimlere yönelik yapılmış bazı çalışmalar olmasına rağmen, uzman görüşlerini toplayarak ve yapılmış araştırmalarla destekleyerek çözümlenecek bir çalışmaya gereksinim olduğu belirlenmiştir. Teknolojinin hızlı geliştiği günümüz dünyasına uyum sağlamak, tüm iş kollarında olduğu gibi yapım endüstrisi içinde büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede çalışma, metaverse, yapım endüstrisi ve mimarlık arasındaki ilişki kapsamında ele alınmaktadır.

4. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi

4.1. Araştırmanın Amacı

Ülkelerin verimliliklerini arttırmada önemli olan ve gelişmişlik düzeylerini etkileyen teknoloji, her alanı olduğu gibi yapım endüstrisini de etkilemektedir. Son dönemde internette yaşanan gelişmeler ve metaverse kavramının ortaya çıkması ile sayısal bir dönüşüm söz konusu olacak gibi görünmektedir. Bu çalışma kapsamında, metaverse kavramının mimarlık ve yapım endüstrisi üzerinde olabilecek etkileri, getireceği yeni uygulamalar ve değişimler üzerinde konu ile ilgili uzmanların görüşlerini alarak ve yapılan kaynak taramasıyla destekleyerek geleceğe yönelik bir öngörü sunmak amaçlanmaktadır. Eldeki verilerin derlenmesi, toplanması ve mimarlık ile yapım endüstrisi açısından bütün yönleriyle değerlendirilerek geleceğe şu ana kadar bildiklerimiz ve ulaşabildiğimiz kaynaklar çerçevesinde ışık tutmak düşüncesiyle yola çıkılmıştır.

4.2. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada kullanılmış olan nitel araştırma yöntemi, veri toplama tekniklerinden başlıcaları olan gözlem, görüşme ve belge çözümlemesinin kullanıldığı, algı ve olayların var olan ortamda gerçekçi ve bütüncül olarak ortaya çıkartılması sürecini kapsayan araştırma olarak tanımlanmaktadır (Berber, 2017, s: 72-73; Tutar, 2023, s. 338). Nitel araştırmalarda veri toplama yöntemi olarak “görüşme” yaygın kullanılmakta olup, veri toplanırken yapılan görüşmelerde sözlü iletişimden yararlanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021, s. 125). Söz konusu yöntemde araştırmaya katılımcılardan görüşme ya da gözlem yoluyla veri toplayarak başlanmaktadır. Toplanan veriler kategorilere veya temalara dönüştürülmektedir. Sonraki adımlarda oluşturulan temalar kişisel deneyimlerle veya konuyla ilgili var olan kaynaklarla karşılaştırılarak model, kuram veya genellemeler halinde geliştirilmektedir (Akman Dömbekçi ve Erişen, 2022, s. 147).

Araştırma, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 17.11.2022 tarihli ve 2022/152 sayılı karar izni ile yapılmıştır.

Metaverse son yılda gündeme gelen yeni bir konu olması nedeniyle bu alanda ortaya konmuş bilimsel yayın sayısı yeterli ölçüde olmadığı için yapılan kaynak taramasına ek olarak oluşturulan çalışma grubu kapsamında 7 katılımcı ile görüşme yoluyla veri toplanmıştır (Tablo 1). Çalışma grubunun 7 kişi ile sınırlı kalması ve farklı alanları kapsayacak biçimde genel tutulmasının ana nedeni konu hakkında az sayıda görüş verebilecek uzman olmasıdır. Bu nedenle, bir konuya odaklanarak elde edilecek bulgular üzerinden yapılacak çözümlenmelerin yetersiz kalması endişesiyle elde edilen veriler ile kaynak taramasıyla elde edilen sonuçların değerlendirilerek farklı düşüncelerin ortaya konması amaçlanmaktadır. Metaverse konusu 3B sanal evren deneyimi yaşattığı için görüşme yapılan katılımcılar metaverse ve 3B görselleştirme alanında deneyime sahip kişilerden oluşturulmuştur. Bunun dışında sanal evren tasarımı, sanal arsa konularını içermesi bakımından mimar ve yapım endüstrisi içerisinde olan gayrimenkul alanında

çalışan bir uzman ile de görüşme gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapım endüstrisinde proje yönetim süreçlerinde metaverse kullanımına yönelik de araştırma sağlandığı için inşaat mühendisliği alanında proje yönetim konusunda uzman olan bir katılımcı da bu çalışma kapsamına dahil edilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Grubu Katılımcıları (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

K1	Mimar	MetaArchitect Kurucusu
K2	Mimar	Türkiye Metaverse Platformu Üyesi- Design Meta Labs CFO
K3	İnşaat Mühendisi	1İnşaat Danışmanlık Kurucusu
K4	Mimar	Öğr. Üyesi- Mimarlıkta Sanal Gerçeklik
K5	Mimar	Dr. Öğr.Üyesi - Parametrik Tasarım, Tasarımda Sayısal Kültür
K6	Mimar	Dr.Öğr.Üyesi - Bilgisayar Destekli Tasarım, Mimari Tasarım
K7	Gayrimenkul Değerleme Uzmanı	Denge Gayrimenkul Değerleme ve Danışmanlık A.Ş Yönetim Kurulu Başkanı

Veriler katılımcılara yöneltilen açık uçlu sorular yardımıyla toplanmıştır. Araştırma kapsamında görüşme yoluyla veri toplanmış, bu amaçla katılımcılara önceden belirlenmiş sorular yöneltilmiştir. Sorular içerisinde, zaman zaman başka soruların da yanıtı alındığı için bunları tekrar etmemek adına bir daha sorulmamıştır. Görüşme sorularının bağlantılı olması nedeniyle görüşmeler de doğal akışında ilerlediğinde araya girilmemiştir. Görüşmelerden elde edilen verilerin çözümlenmesiyle elde edilen bulgular açıklanmıştır. Görüşme sonrasında formlardaki notlar düzenlenip çözümlenmeye hazır hale getirilmiş, katılımcılar görüşülme sırasına göre K1, K2, K3 şeklinde kısaltmalar ile çözümlenmede yer almıştır (Tablo 1).

Tablo 2. Çalışma Kapsamında Kullanılan Görüşme Soruları (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Metaverse Kapsamlı Sorular	Metaverse nedir? Metaverse'ü bugünkü internetten farklı kılan temel özellikleri nelerdir?
	Oyun endüstrisi ile başlayıp sosyal organizasyon faaliyetleri ile devam eden sanal evren ortamlarının eğitim, sanat, sağlık gibi farklı alanlardaki kullanım olanakları hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
	Fırsatlar ve riskler kapsamında Metaverse'ün etkileri neler olacaktır?
	Teknoloji vizyonu gözünüle baktığınızda Metaverse geleceğimizi nasıl şekillendirecektir?
	Metaverse'e Türkiye ne kadar hazırdır?
Yapım Endüstrisi Kapsamlı Sorular	*Günümüzde yapım endüstrisindeki gereksinim ve beklentiler nelerdir? Metaverse bunları ne ölçüde karşılayabilecektir?
	Metaverse'ün yapım endüstrisinde kullanım alanları neler olacaktır? (Örnek tasarım, saha çalışmaları, iş sağlığı ve güvenliği, mesleki eğitim vb.)
	Metaverse'ün proje yönetim süreçlerine (fizibilite, planlama, uygulama, kontrol) etkisi konusunda neler söyleyebilirsiniz?
Mimari Faaliyetler Kapsamlı Sorular	Sanal dünyada mimarlığa ne kadar gereksinim olacaktır?
	Metaverse'de gerçekleştirilecek mimari faaliyetler nelerdir?
	Sayısal oyun tasarlamaktan başlayıp yeni evrenler oluşturmak ile devam eden bu süreçte mimarların rolü ne olacaktır? Mimarlık mesleği de yeniden şekillenecek midir? Mimarlık için farklı uzmanlık alanları gelecek midir?

Bu araştırma kapsamında 11 adet açık uçlu yarı yapılandırılmış görüşme sorusu hazırlanmış olup, katılımcıların içtenlikle yanıtlamaları beklenmiştir. Araştırma kapsamında katılımcılara yöneltilen sorular üç gruba ayrılmaktadır (Tablo 2). Öncelikle metaverse kapsamlı sorular çerçevesinde metaverse tanımı, bugünkü internetten farkını ortaya koymaları, kullanım olanakları, geleceğe olacak etkisi ile Türkiye'nin söz konusu teknolojiye ne kadar hazır olduğu konusundaki düşüncelerini açıklamaları beklenmiştir. İkinci olarak, yapım endüstrisi kapsamlı sorular yöneltilmiş olup, metaverse ile günümüz yapım endüstrisindeki gereksinim ve beklentilerin ne ölçüde karşılanabileceği, yapım endüstrisindeki kullanım olanakları ile proje yönetimi süreçleri üzerindeki etkisinin ne olacağı konusundaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Son olarak ise mimari faaliyetlere yönelik sorular yöneltilmiş olup, sanal dünyada mimarlığa olan gereksinim, metaverse ortamında gerçekleşecek mimari faaliyetler, mimarlık mesleği üzerindeki gelecekteki olası etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır (Tablo 2).

Çalışmanın sağlıklı sonuçlara ulaşması açısından eldeki veriler iki aşamada incelenmiştir. Birinci aşamada metaverse, mimarlık, ve yapım endüstrisi alanlarında yapılan görüşmelerin incelenmesinde nitel veri çözümlemesi yöntemlerinden içerik çözümlemesi (analizi) kullanılmıştır. İçerik çözümlemesi, söz ya da cümlelerin bilimsel nitelikli sayılması geçmişten günümüze süregelen deneyimlerin ve çözümlemelerin yansımaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Krippendorff'a göre içerik çözümlemesi metin ya da diğer anlamlı konuların yinelenen ve geçerli sonuçların çıkartılması olarak tanımlanmaktadır. Metinlerin anlamları üzerinde görülmesi, okunması ve yorumlanması kapsamında çözümlenmesi, diğer sorgulama yöntemlerinden ayrıldığı yönüdür (Metin ve Ünal, 2022, s. 276). Yürütülen içerik çözümlemesi ile öncelikle elde edilen verilerdeki kalıpları ve temalar yardımıyla katılımcıların düşünceleri sistematik olarak çözümlenmiştir.

Daha sonrasına elde edilen bulgular çerçevesinde yapım endüstrisi kapsamında bir SWOT çözümlemesi (analizi) yapılmıştır. Bu aşamada içerik çözümlemesi sonucunda elde edilen bulgular SWOT çözümlemesiyle değerlendirilmiş, metaverse ve yapım endüstrisi konusu SWOT çözümlemesi kapsamında ayrıntılı olarak incelenmiş, gelecekte ortaya çıkabilecek olumlu ya da olumsuz tüm boyutlarıyla öngörülme çalışılmıştır.

SWOT çözümlemesi iç ve dış durum çözümlemesini içeren stratejik bir yönetim tekniğidir (Benzaghta, vd., 2021, s. 55). Projelerin ya da kurumların güçlü ve zayıf yönlerini belirlemekte, iç ve dış çevreden olabilecek fırsat ve tehditlerini ortaya çıkartmaktadır. İş yönetimi amacıyla kullanılan 1970'li yıllarda kullanılmaya başlayan bu teknikten daha sonraları farklı uygulama alanları için de bir çözümleme aracı olarak yararlanılmıştır (Benzaghta, vd., 2021, s. 57). SWOT, dört İngilizce sözcüğün baş harflerinden oluşmakta olup, S (strength) harfi çözümleme yapılacak alanın güçlü yönlerinin, W (weakness) harfi zayıf yönlerinin, O (opportunity) harfi çözümleme yapılacak alanın sahip olduğu fırsatları ve T (threat) harfi de söz konusu alanın karşı karşıya olduğu tehditleri ifade etmektedir.

SWOT çözümlemesi yapılmasının başlıca iki yararı bulunmaktadır. Birincisi, çözümleme yapılacak alanın var olan durumunu ortaya çıkartmaktır. İkincisi ise "gelecek durum" çözümlemesi olarak da değerlendirilebilmesidir. Çözümlemenin yapılacağı alanın gelecekte ne durumda olacağını belirlenmesi ve tahminine yardımcı olmaktadır (Benzaghta, vd., 2021, s.66). Çalışmada içerik çözümlemesi sonucu elde edilen bulgularla, yapılan SWOT çözümlemesinde yapım endüstrisinde metaverse uygulamalarının içinde bulunduğumuz koşullarda nerede olduğuna ve gelecekte nelerle karşılaşacağına yönelik bir sonuca varılmaya çalışılmaktadır.

5. Bulgular

5.1 İçerik Çözümlemesi

Bu bölümde araştırmanın amacı kapsamında mimarlık ve yapım endüstrisi kapsamında görev yapan katılımcıların metaverse ile ilgili alanlarda kullanım birikimine ilişkin görüşleri değerlendirilmiştir. Toplamda sorulan 11 soruya verilen yanıtlar değerlendirilerek kodlar oluşturulmuştur. Söz konusu kodlar her bir soruya karşılık gelen düşüncelerden elde edilmiş ana fikre karşılık gelmektedir. Bazı sorularda katılımcıların paylaştığı düşünceler birden fazla kod olarak ele alınmıştır. Bu çalışma sonunda elde edilen kodlar ayıklanarak kategoriler altında toplanmış, kategorilerde kendi içlerinde bölünüp temaları oluşturmuştur. Araştırma konusu kapsamında, “Metaverse” ile “Yapım Endüstrisi ve Mimarlıkta Metaverse” olmak üzere iki tema grubu belirlenmiştir. Her iki tema grubu için kategoriler oluşturulmuş olup, Tablo 3’de söz konusu temalar ve kategoriler paylaşılmaktadır.

Tablo 3. Araştırma Konusu Kapsamında Oluşturulan Grupların Temalara Göre Dağılımı (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Temalar	Kategoriler
Metaverse	Metaverse Teknolojileri
	Metaverse’de Fırsatlar ve Riskler
	Türkiye’de Metaverse Kullanımı
Yapım Endüstrisi ve Mimarlıkta Metaverse	Yapım Endüstrisinde Metaverse Kullanım Alanları
	Sanal Dünyada Mimar İhtiyacı
	Metaverse Mimarlık Çalışma Alanları
	Mimarlıkta Yeni Roller

5.1.1 Metaverse teknolojileri kategorisi

Metaverse teknolojileri kategorisi kapsamında, katılımcıların metaverse ile ilişkilendirdikleri alanların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda belirlenmiş olan kodlar “Metaverse” ile “Özellikler” olmak üzere iki temel gruba ayrılmıştır. Söz konusu iki ana grubun altındaki kodlar katılımcıların yanıtları değerlendirilirken ön plana çıkan kavramlar üzerinden belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. “Metaverse Nedir? Metaverse’ü Bugünkü İnternette Farklı Kılan Temel Özellikleri Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Metaverse	Web 3.0				+		
	Karma Gerçeklik				+		
	Gelişmiş Dünya		+				
	Sanal Evren Teknolojisi	+					
	3 Boyutlu Sanal Dünya			+		+	
	Sayısal Deneyim Ortamı						+
Özellikler	NFT-Değiştirilemez Token		+				
	Blok zinciri-Web 3.0				+		
	Kripto alanı				+	+	
	Beş Duyu ile Sanal Yaşam	+	+			+	
Sinerji						+	

Metaverse, görüşme yapılan katılımcılardan 2 kişi tarafından 3 boyutlu sanal dünya kodu ile tanımlanmaktadır. Metaverse özellikleri çerçevesinde ise 3 katılımcı çoğunluğu ile beş duyu ile sanal yaşam alanı kodu ön plana çıkmaktadır. İkinci en çok yanıtlanan özellik ise kripto alanı (transfer edilebilen sayısal para birimleri olan kripto paralar şifreleme tekniklerinden yararlanılarak üretilmekte, değiş tokuş edilebilmektedir (Lerer, 2019, s. 40)) olarak karşımıza çıkmaktadır.

5.1.2 Metaversete fırsatlar ve riskler kategorisi

Fırsatlar ve riskler kategorisi kapsamında metaversenin etkilerinin neler olacağı sorusuna ilişkin genel olarak kolay sosyallik, maddi kazanç ve engelsiz alan sağlaması gibi fırsatlarının bulunduğu çoğunlukla belirtilen katılımcı görüşleri olmuştur. Riskler kapsamında ise 3 katılımcının aynı görüşü paylaşarak güvenlik alanını bildirdiği görülmektedir. Bununla beraber sanal yaşamın artması da 2 katılımcı tarafından risk olarak belirtilmiştir. Ekipman rahatsızlığı ile etkileşim güclüğü de birer katılımcı tarafından metaversenin neden olacağı riskler arasında gösterilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. "Fırsatlar ve Riskler Kapsamında Metaverse'ün Etkileri Neler Olacaktır?" Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar		Katılımcı						
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Fırsatlar	Kolay Sosyallik				+	+		
	Maddi Kazanç	+	+					
	Engelsiz Alan	+					+	
Riskler	Ekipman Rahatsızlığı				+			
	Güvenlik		+	+			+	
	Etkileşim Güclüğü					+		
	Sanal Yaşamda Artma	+						+

5.1.3 Türkiye'de Metaverse kullanımı kategorisi

Türkiye'de metaverse kullanımı kategorisi hakkında yöneltilen soruya verilen yanıtlarda birbiri ile çelişen ifadelerin olduğu görülmektedir. Üç katılımcı hızlı uyum sağlayacağımızı belirtmiş olup, geç uyum sağlanacağı ya da kısmi ulaşımın mümkün olacağını ifade eden birer katılımcı çıkmıştır. Geç ve hızlı uyum sağlanacağı yönünde bulunan ifadelere rağmen, genel anlamda daha çok devlet desteği sağlanması ile bir ilerlemenin olacağına yönelik anlayışın ağırlıklı olduğu görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. "Metaverse'e Türkiye Ne Kadar Hazırdır?" Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Hazır Değil	+				+		
Geç Adaptasyon				+			
Hızlı Adaptasyon		+	+				+
Kısmi Ulaşım						+	
Devlet Desteği İle		+		+			

5.1.4 Yapım endüstrisinde metaverse kullanım alanları kategorisi

Yapım endüstrisinde metaversenin kullanım alanları kategorisi kapsamındaki katılımcı görüşlerine göre yapım endüstrisinde çoğunlukla deneme mekanı olarak metaverse kullanımının olacağı belirtilmiştir (Tablo 7). Arttırılmış gerçeklik, sayısal ikiz ve sayısal mağazacılık (sanal ortamda ürün veya hizmet satmaya olanak sağlayan sanal mağaza (URL-5)) kodları birer katılımcı tarafından dile getirilmiştir. Yapının deprem ve yük risklerinin ikiz üzerinden çalıştırılması ve deprem karşısındaki davranışının test edilmesi, iş sağlığı güvenliği için test mekanı olarak kullanılması dile getirilen görüşlerden bazılarıdır.

Tablo 7. “Metaversenin Yapım Endüstrisinde Kullanım Alanları Neler Olacaktır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
AR (Arttırılmış Gerçeklik)				+			
Sayısal İkiz			+				
Test Mekanı		+			+		+
Sayısal Mağazacılık	+						

5.1.5 Sanal dünyada mimara duyulacak ihtiyaç kategorisi

Sanal dünyada mimara duyulacak ihtiyaç kategorisi kapsamında sanal dünyada mimara gereksinim olduğunu ifade eden 4 katılımcıya karşılık, sanal dünyada mimar yerine tasarımcıya gereksinim olacağını ifade eden 3 katılımcı bulunmaktadır (Tablo 8). Katılımcılar, sanal dünyada mimara gereksinim olmasa bile mutlaka bir tasarımcıya gereksinim olacağını düşünmektedirler. Bazı katılımcılar ise mimarlığın tanımının değişeceğini, bazıları ise en çığırın projeler sanal dünyada gerçekleşeceği için sanal dünyanın mimarların birbiriyle yarıştığı bir dünya olacağını ifade etmektedir.

Tablo 8. “Sanal Dünyada Mimarlığa Ne Kadar İhtiyaç Vardır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
İhtiyaç Var		+	+	+			+
Mimar Yerine Tasarımcı	+				+	+	

5.1.6 Metaversede mimarlık çalışma alanları kategorisi

Metaversede mimarlık çalışma alanları kategorisinde, etkileyici mekan tasarımı alanı görüşme yapılan kişilerin dördü tarafından ifade edilmiştir. Özellikle orada yaratılan ortamda insan psikolojisini etkileyecek, görsel şov amaçlı kullanılacak mekanların tasarımının ön plana çıkacağı bazı katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Bunun dışında Metaversenin gerçek dünyanın test mekanı olduğu ifade edilerek, mimari faaliyetler içinde test mekanı olacağı belirtilmiştir. Bir katılımcı ise 3 boyutlu toplantı yeri olacağını ifade etmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. "Metaverse'de Gerçekleştirilecek Mimari Faaliyetler Nelerdir?" Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
3 B Toplantısı				+			
Etkileyici Mekan Tasarımı		+	+		+	+	
Gerçek Dünyayı Test Etmek	+						+

5.1.7 Mimarlıkta yeni roller kategorisi

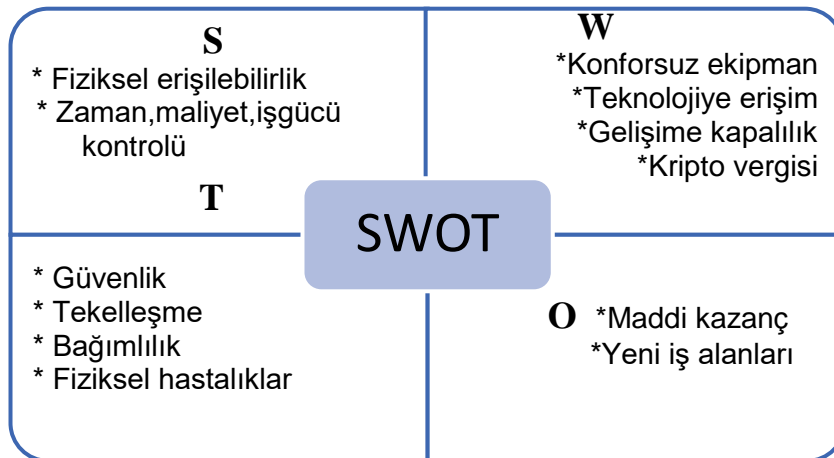
Mimarlıkta yeni roller kategorisi kapsamında, katılımcılara, sayısal oyun tasarlamaktan başlayıp yeni evrenler oluşturmak ile devam eden bu süreçte mimarların rolünün ne olacağı, mimarlık mesleğinin yeniden şekillenmesi ya da mimarlık için farklı uzmanlık alanlarının mı söz konusu olacağı konusundaki görüşleri sorulmuştur. Yaşadığımız dönemin gelişmeleri ışığında, verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, mimarlığın gelecekte yeni roller üstleneceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, gelecekte mimarlık mesleğinin de dahil olacağı yeni alanların ortaya çıkacağı, mimarların bu yeni alanlarda yeni roller üstleneceği katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Bununla birlikte, teknolojinin geldiği düzeyin henüz yetersiz olduğu, daha çok gelişmesi gerektiği de belirtilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. "Sayısal Oyun Tasarlamaktan Başlayıp Yeni Evrenler Oluşturmak ile Devam Eden Bu Süreçte Mimarların Rolü Ne Olacaktır? Mimarlık Mesleği de Yeniden Şekillenecek Midir? Mimarlık İçin Farklı Uzmanlık Alanları Gelecek Midir?" Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Teknoloji Engeli				+			
Yeni Alanlar Olacak		+				+	
Gelişime Açık Olmak			+		+		
Hayır	+						

5.2 SWOT Çözümlemesi

Metaversenin mimarlık ve yapım endüstrisindeki etkilerini incelemeye yönelik dikkat edilmesi gereken noktaların belirlenmesi için SWOT çözümlemesi yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Sonucuna Göre SWOT Çözümlemesi (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.)

5.2.1. Metaversenin güçlü yönleri

İnternet ve teknolojiye yaşanan gelişme olarak görülen metaversenin endüstri kapsamında daha çok zaman, maliyet ve iş gücü kazanımlarında olumlu etki oluşturacağı katılımcılarla yapılan görüşmeler sonrasında yapılan swot çözümlemesi ile ortaya çıkmıştır. Bu da metaverse gerçek dünyanın bir deneyim alanı gibi kullanılarak gerçekleşecektir. Fiziksel dünyada inşa edilmek istenilen yapıların sanal ortamda oluşturulması ve yapım yönetim süreçlerinin orada yürütülmesi, oluşabilecek sorunların önceden belirlenmesi ve beraberinde çözüm önerilerini getirecektir. Bu hem yapının inşa sürecini hem de karmaşık şantiye ortamlarında daha az hata yapılmasını sağlayacaktır. Bunun dışında gerçek dünyada var olan yapıların sanal evrende sayısal ikizlerinin oluşturulması yapıların yaşamları boyunca denetiminin sağlanması ve olabilecek sorunlara karşılık önlemlerin alınması ile verimliliği artıracak bir unsur olacağı düşünülmektedir. Proje odaklı bakıldığında ise bir işin projelendirme aşamasının sanal ortamda gerçekleştirilmesi ile kullanıcının da bu sürece dahil edilmesi projedeki düzeltmeleri azaltacağından zaman kaybını da önleyerek daha sağlıklı bir yönetim süreci oluşturacağı düşünülmektedir. Fiziksel dünyadaki ofis ve şantiye ortamlarında olan çalışma hayatının metaverse ortamında etkileşime açık ve herkese ulaşılabilir şekilde gerçekleşecektir. Bu durum ise işgücünün denetimini kolaylaştıran bir özellik olarak görülmektedir. Bu kapsamda barındırdığı teknolojiler ile metaversenin endüstriye hem proje aşamasında hem de inşa aşamasında katkıları olacağı düşünülmektedir. Bu durumda, zamandan tasarruf sağlanması dolayısı ile maliyetin azalması da güçlü yönler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çözümleme kapsamında belirlenen bir diğer güçlü yön ise fiziksel olarak erişim kolaylığı sağlamasıdır. Özellikle engelli bireylerin fiziksel dünyadaki bir şantiye ortamında karşılaşılabilecek zorluklar için metaversenin içeriğinde sanal bir çalışma ortamının yaratılabilmesi söz konusudur. İnşaat ortamında bulunmayı tercih eden bireylerin sanal şantiyelerde görev alması ve katkı sağlaması ile yeni kazanımlar elde edilebilmesi mümkün olacaktır. Bunun yanı sıra coğrafi olarak uzak noktalarda bulunulması metaverse gibi mesafe kavramının olmadığı bir ortam için çözülmesi kolay bir konu olacaktır. İstenilen yerden bağlantı kurularak şantiyenin yönetilmesini kolaylaştıracağı öngörülmektedir. Aynı durum mimari proje yürütülmesi için de geçerli olup, fiziksel bir ofis ortamı olmadan da kolaylıkla isteyenini istediği ortamdan bağlanabilmesini mümkün kılacaktır.

5.2.2. Metaversenin zayıf yönleri

Yapılan çözümlemeye göre metaverse teknolojilerinin zayıf yönleri olarak donanın rahat kullanılmaması, teknolojiye erişimin günümüzde zor olması ve kripto vergisi alınması başlıkları karşımıza çıkmaktadır. Günümüz koşullarında metaverse ortamının etkin kullanımı için bazı engeller ortaya çıkmıştır. Mimarların sanal ortam tasarlaması için bilgisayar donanımı ve yüksek hızlı ağa bireysel olarak ulaşmaları zor olmaktadır. Dışarıda var olan teknolojiyi getirmek üretmekten her zaman daha pahalı olmaktadır. Dünya'da var olan bu teknolojinin de ülkemizde kullanılması bazı altyapı gereksinimlerini beraberinde getirmektedir. Bunun dışında sanal evrende üç boyutlu olarak bulunmak için kullanılan donanımın ergonomik özellikleri de günümüzde yetersizdir. Başlıkların ağır olması da bir başka temel sorundur. Öte yandan, metaverse ortamının tüm duyarlarla hissedilebilir bir alan olması da dokunsal özelliğini gerekli kılmaktadır. Bu açıdan yoksunluk metaverse ortamında tam anlamıyla bulunmayı engellemektedir. Endüstrinin yeniliklere yavaş uyum sağlaması da katılımcılar tarafından ülke olarak metaverse kullanımını engelleyecek başlıca özelliklerden biri olarak ifade edilmektedir. Bilinirliğinin düşük olması yatırım açısından risk olarak görülmesine neden olmaktadır. Günümüzde metaverse ilk çıktığı oranda bilinirliğini korumaması da yatırım açısından risk olarak

görülmesinin bir sonucu olduğu ifade edilmektedir. Zamanla ilginin azalması kripto varlıkların azalması ile de doğru orantılıdır. Metaversede olmak için kripto cüzdanın varlığına gereksinim bulunmaktadır. Kripto ve blok zinciri teknolojisi metaversenin temel yapı taşları olarak tanımlanmaktadır. Kripto varlıklarda bazı ülkelerin vergilendirme politikaları blok zinciri ağını genişletirken ülkemizdeki yatırım araçlarına uygulanan verginin kriptoya da uygulanması ilginin azalmasına neden olduğu vurgulanmıştır. Dolayısıyla sanal evrenlerin kripto para ile dönen bir sistemleri olduğunu düşündüğümüzde, ülkemizdeki bilinirliğinde de bu anlamda düşme yaşanmaktadır.

5.2.3. Metaversenin fırsatları

Sayısallaşmanın artması ile yeni iş alanlarını ortaya çıkaracak ve maddi kazanç getirisi olan yeni bir pazar yaratması yapılan çözümler kapsamında metaversenin yapım endüstrisi ve mimarlıktaki fırsatları olarak karşımıza çıkmaktadır. Çoğu şirketin şimdiden sanal evrende yer edinmek adına var olmaları için öncelikle bir sanal merkez binalarına gereksinim bulunmaktadır. Sanal evren mağazacılığında da mevcut dünyadaki mağazacılığa benzer biçimde etkileyici ve etkin ortamların tasarlanmasına gereksinim vardır. Bu işin tasarımcılar tarafından da yapılabileceği düşünüldüğünde mimarların bu pazarda rol almaları için gelişime açık olmaları gerekmektedir. Mimarların mesleki bilgi ve deneyimleri ile tasarımcılardan farklarını ortaya koyacağı, metaverse mimarlığı ya da meta mimar olarak bu pazarda rol almalarının söz konusu olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra sanal evrenler oyunlaşma ile başladığı için bu alana özgü grafiklerin oluşturularak tasarımlara yeni bir profesyonel dokunuş kazandırılması da mimarları bekleyen yeni bir iş sahası olarak yaratılması söz konusudur.

5.2.4. Metaversenin getirdiği tehditler

Metaversenin yapım endüstrisi ve mimarlık özelinde bazı tehdit unsurlarını barındırmakta olduğu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar arasında karşımıza çıkmıştır. İnternette yaşanan bir ortam olması nedeniyle siber saldırılar açısından açık bir hedef haline gelmesi söz konusu olduğu için güvenliğin önemli bir riski olarak ön plana çıktığı belirlenmiştir. Sonuç olarak projelerde müellif hakkı bulunmaktadır. Herkes tarafından erişimin olduğu bir ortamda sanal inşa ve takip sürecinde korunma sağlanması önemlidir. Bunun dışında tekelleşme de bir başka tehdit olarak ortaya çıkmaktadır. Örnek olarak şu an Oculus'un SG donanımını kullanabilmek için Facebook hesabıyla giriş istenmesi verilebilecek örneklerden biri olarak ifade edilmiştir. Arada bir aracının olması tekelleşme riskini ortaya çıkarmakta olduğu katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Bu durumun özerk bir sistem olan metaverse felsefesine ters düşen bir anlayış olduğu da ifade edilmiştir. Sanal evrenlerde bulunmanın gerçek dünyadan uzaklaşma isteğini artırarak bağımlılık yaratacağı ve hareket kısıtlılığı bakımından fiziksel rahatsızlıklara neden olacağı da araştırma kapsamında elde edilen diğer sonuçlardır.

6. Değerlendirme ve Sonuç

Bu çalışmada yapılan SWOT çözümleriniyle zaman ve maliyet konusu metaversenin kullanımında etkili başlıklar olarak çıkmıştır. Metaverse ile söz konusu unsurlarda yaşanacak kayıpları en aza indirmek mümkün olacaktır. Buradaki kazanımlar gerçek dünyanın test mekanı olarak kullanılabilir olması ile sağlanacaktır. Bu ise bazı uygulamalar ile mümkün olacaktır. Etkileyici mekan tasarımı ile eğitim alanındaki uygulamalar, sayısal ikiz kullanımı, 3B sanal çalışma alanı ve kullanıcı etkeni metaverse ortamının fiziksel dünyanın test mekanı olarak kullanılmasında ortaya çıkan ana

değişkenlerdir. Ortaya konulan sonuçlara göre metaverse kavramının sürdürülebilirliği ve yapım endüstrisinin yararı için daha iyi anlaşılması gerekmektedir (Chen, vd., 2023, s. 15).

Metaversenin özelliklerine baktığımızda katılımcı görüşlerinin bu üç boyutlu sanal evren deneyiminin günümüzdeki sanal gerçeklik teknolojilerinden farkı olarak beş duyumuzla yapılması olarak belirtilmektedir. Bu ortamın diğer özellikleri olarak blok zinciri, değiştirilemez token (NFT: Fikir ve sanat eserleri gibi varlıkların benzersizliğini onaylayarak blok zincir teknolojisiyle yaratıcısı üzerinde kayıtlı olan tokenlar bir başka ifadeyle sayısal ortamlarda verilen onaylar) (Utku ve Kaya, 2022, s. 47) ve kripto alanı da ön plana çıkmaktadır. Blok zincir teknolojisini bugünkü sanal ağdan sayısal, değiştirilemeyen, kişiye özel ürünleri içeren bir teknoloji olması ile farklılaşmaktadır (Öztürk ve Gemi, 2022, s. 53). Blok zinciri-değiştirilemez token -kripto kavramları metaverse için önemli olup bu ortamda bir yaşam olması için, yaşamın olduğu her yerde de ekonomi olması söz konusudur. Metaverse'de merkezi olmayan, tekelleşmenin olmadığı, güvenilir, şeffaf bir ekonomi gereklilikleri blok zinciri teknolojisi altyapısı ile gerçekleştirilebilmektedir. Değiştirilemez token da sayısal ürünlerin özgünlüğünü koruma adına oluşturulmuş blok zinciri destekli bir yapı olması ile sanal ekonomiye katkısı olmaktadır (Lee, vd., 2021, s. 33). Bu kapsamda metaverse özellikleri ile ilgili elde edilen veriler, bu çalışmada elde edilen bulguları kapsar niteliktedir. Metaverse her ne kadar günümüzde yaygın olarak kullanılsa da zamanla gelişerek, gelecekte ulaşmanın mümkün olacağı ve kripto para birimleriyle birlikte gündelik yaşamımızla iç içe olacağı öngörülmektedir (Öztürk ve Gemi, 2022, s. 55).

Fırsatların yanında bazı tehdit unsurlarını barındırması da dikkat edilmesi gereken bir başka konudur. Metaverse ortamında en yüksek tehdit unsuru olarak güvenlik görülmektedir. Her ne kadar tekelleşme sorununun önüne geçilmiş olduğu düşünülse de siber saldırılar kapsamında açık bir hedef olarak görülmesi en çok endişe edilen risklerden biridir. Blok zinciri ise bu güvenlik açığına karşı işleyen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde kullanılan sistemlerin güvenliği, erişim denetimi güvenlik merkezleri tarafından karşılanmakta olup blok zinciri yönteminin daha güvenilir ve saldırıya dayanıklı sayısal veri depolama olanağı sağladığı düşünülmektedir (Bhushan, vd., 2021, s. 12). Bununla birlikte yeni gelişen teknolojiler ile siber saldırılardaki yöntemlerin de gelişebileceği ve yeni karmaşık yazılımlara karşılık da karşı çözümler üretilebileceği atlanmaması gereken bir ayrıntıdır. Riskler olarak ele alınan diğer konu kullanıcı donanımlarındaki rahatsızlıktır. Sanal evrenlerde üç boyutlu deneyimi yaşayabilmek için kullanılan başlıklardaki teknolojiler de gerçekçiliğin en üst düzeyde yaşanması için sürekli gelişim halindedir. Sanal gerçeklik kullanımında bu deneyimin etkileyiciliği, kullanıcıyı içine alma boyutu olarak tanımlanan daldırma terimi ile tanımlanmaktadır. Günümüzde kullanılan sanal gerçeklik başlıklarının çözünürlükleri geçmişten daha iyi olsa da kullanıcıları mutlu eden ve daldırmanın daha çok hissedildiği bir tablo sunmamaktadır (Zhao, vd., 2022, s. 58).

Metaversenin farkının insanlarını beş duyusu ile sanal evren deneyimi yaşamasını içeren bir sanal evren teknolojisi olması giyilebilir teknolojilerde de ilerlemelere olanak tanımaktadır. Fiziksel dünyada mimari birçok farklı duyu ile algılanabilmektedir. İnsanlar mimariyi görebilmekte, dokunabilmekte, mekandaki yankı ile duyabilmekte ve hatta malzemenin özelliğine göre koklayabilmektedir. Metaversede ise bir yapı sadece görülebilme ve eğer ses efekti verilmişse de ek olarak duyulabilme özelliğine sahip olmaktadır (Fischer, 2022, s.25). Oysaki kullanıcıların dokunsal uyarılar ile deneyimlemesi Metaverse için temel bir özelliktir. Haptik olarak tanımlanan bu dokunsal teknolojide özel giyilen eldivenler ile sanal ortamda nesneyi dokunup hissederek kinetik

olarak eylemde bulunmak mümkün olacaktır. Sanal gerçeklik başlıklarının zamanla daha çok kullanıcıya ulaşacağı düşünülmele birlikte, haptik teknolojinin bu şekilde yaygın bir kullanımı şu an için söz konusu değildir (Zhao, vd., 2022, s. 61).

Metaverse günümüz teknolojisiyle fiziksel anlamda henüz tam bir etkileşim olanağı sunmamaktadır. Fakat bu haliyle de günümüzde kullanılan diğer teknolojilere göre fark yaratan bir teknolojidir. Metaverse ortamında deneyimlerken duyma ve kısmen dokunma duyularıyla etkileşime geçilmektedir. Fakat gerçek bir dünya simülasyonu oluşturmak için tatma ve koklama duyuları açısından daha çok geliştiricilere gereksinim bulunmaktadır (İlyina, vd., 2022, s. 119). Bununla birlikte, günümüzdeki haliyle metaverse bir gerçeklik değil, hâlâ bir dizi olasılık olarak kabul edilmelidir. Birçok bilinmeyen ve var olmayan altyapıya gereksinim duyulduğu için tam olarak nasıl ortaya çıkacağı, kimin tarafından kontrol edileceği, neleri kapsayacağı ve yaşamlarımız üzerinde ne kadar bir etkisi olacağı henüz netlik kazanmamıştır (Baltacı, 2023, s. 477).

Sanal teknolojiler ile metaverse ortamlarının test alanı olarak kullanılmasına eğitim odaklı baktığımızda mesleki örgün eğitim ve şantiye eğitimi olarak ikiye ayırmak söz konusu olacaktır. Örgün eğitim kapsamında özellikle etkileyici mekan tasarımında kolaylık sağlaması açısından önemli bir yön olarak ortaya çıkmaktadır. Sanal sınıf ortamında üç boyutlu benzersiz bir öğrenim şekliyle tasarımsal öğelerden farklı renk seçenekleri olan sınıflara kadar olan her odak öğrencileri daha çok o alanda bulunmaya çekecek ve daha derin ve kalıcı bir öğrenmeye olanak sağlayacaktır. Bunun yanı sıra sanal ortamda oluşturulacak projelerde her bir katmanın görülmesi kolaylığının olması bu ortamda yapılacak mimari tasarım derslerine, detay çözümlmelerine ve malzeme öğrenimine yeni bir yaklaşım getirerek öğrenme sürecini güçlü kılacaktır. Bu amaçla yapılmış çalışmalardan biri Onecha vd. (2023, s. 4) tarafından yürütülmüş olup, metaverse ortamında mimarlık öğrencilerinin eğitimini iyileştirmeyi amaçlayan yeni bir yöntem önerisi sunmaktadır.

Bir yandan sanal sosyalliğin artmasının fiziksel hayatta gerçek yalnızlık yaratması söz konusu olabilecektir. Gerçek dünyada olduğu gibi sanalda da bir yaşamın olması üstelik sınırsız bir yaşamın olması kullanıcıların orada daha fazla zaman geçirmelerini sağlayabilecektir. Beş duyumuz ile metaverse ortamında istenilen alanda istenilen zamanda istenilen eylemde bulunulması, yaratacağı özgürlükle bir tür bağımlılığa yol açabilecektir. Bağımlılık olarak ele alınabilecek durumların sonucu itibarıyla yalnızlık, gerçek hayattan kopma, depresyon gibi sorunlara neden olabileceği konusunda da dikkatli olunmalıdır (Demir ve Değerli, 2022, s.187).

Dünya'da bilgi ve iletişim çağında yaşanan bu gelişmelerin Türkiye çerçevesinde paralellik gösterip göstermeyeceği konusunda bazı çekinceler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada ülke olarak genç kuşağa sahip olmamızın yeniliklere uyumu kolaylaştıracağı düşünülse de (Özkan ve Puruçuoğlu, 2010, s.39) teknolojiye ulaşmak için ekipman ve malzemelerin bireysel olarak temininin zor olduğu da açıktır. İçinde bulunduğumuz koşullarda, sınırlı olanaklarla metaverse ortamlarına kısmi bir erişim olması, öncü bir yenilik getirme ve kullanma anlamında hazır olmadığımız biçiminde yorumlanabilir. Erişilebilir aygıtlar ve donanımların yaygın kullanılmaya başlaması ile metaverse ortamı, kullanıcılara daha yakın olabilecektir.

6.1. Metaverse ve Mimarlık

Üç boyutlu sanal evren ortamının mimarlık ortamına sunacağı bazı fırsatlar ortaya çıkmıştır. Farklı iş alanları oluşması kapsamında daha çok maddi kazanç alanı olarak görülmesi, sosyalliği kolaylaştırması ve engelli bireyler için ulaşılabilir ortam sağlaması ön plana çıkmaktadır. Mimarlar için metaverse, fiziksel dünyadaki kısıtlamalardan uzak olarak oluşturulan benzersiz tasarımların ve sayısal varlıkların sanal dünyalar içerisinde satılabildiği bir ortam olarak tanımlanmaktadır. Gerçek dünyada sınırlı alan içerisinde çalışma üretilirken metaverse ortamında bu durumun dünya genelinde herkes tarafından ulaşılabilir bir ortamda olması mimarlar için de yeni bir kazanç alanının da oluşmasını sağlayacağı düşünülebilir (URL-6). Erişim açısından, sosyal yaşam bakımından kısıtlı olanak ve zamanların sanal dünyadaki bir ortam ile bir tık uzakta olması insanların daha kolay etkileşimde bulunmasını sağlayacaktır (Güler ve Savaş, 2022, s. 310). Fiziksel olarak erişim zorluğu olan bireyler açısından ise bu sanal ortam birçok kişiye sağlayacağı olanaklar kapsamında değerli bir iletişim ağı olarak yer alacağı düşünülebilir.

Üç boyutlu sanal çalışma alanları da fiziksel dünyada gerçekleşecek çalışmalara daha uygun bir ortam sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Zaman ve mekan konusunda daha etkin olan sanal ofislerin kullanımı ile verimlilik olarak fark yaratılması olasıdır (Yüksel ve Yıldız, 2022, s. 8). Üç boyutlu etkileşimli bir çalışma ortamı ayrıca teknik ekibin karmaşık ve kavraması güç bazı ayrıntıları anlamasında yardımcı olabilecektir. Metaverse ile proje okumasında daha kolay ve anlaşılabilir bir dil sunulması kullanıcı adayları açısından da projenin benimsenmesini kolaylaştıracak bir yöntem olacaktır. Kullanıcı adaylarının bütünüyle projeyi ziyaret etmesine olanak sağlanması ve gerçek boyutlarıyla yapıda bulunarak, yapıyı daha iyi algılamaları projede değişiklik taleplerinden doğacak kayıpları da önleyecektir. Talep ettikleri değişiklik gereksinimlerinin sonucunu da dönüştürülmeyi (render) beklemeden anında görebileceklerdir. Bunun yanı sıra kullanıcı adayları ilgilendikleri projeleri sanal evrende yapılı çevre ile gerek iklim koşulları gerek orada gerçekleşecek bir hayatın benzetimi (simülasyon) olarak anında yaşayabileceklerdir (Xu ve Zhang, 2022, s. 573). Öte yandan, kullanıcılar, nüfus ve trafik yoğunluğu gibi etkenler de sanal ortamda deneyimlenebilecektir (Lv, vd., 2022, s.2). Böylece kullanıcı etkenini de sanal proje toplantıları kapsamında kattığımızda planlama aşamasında doğru verilen kararların, yapım sürecinde zaman, maliyet, işgücü açısından olumlu etkisinin olması kaçınılmaz olacaktır (Waqar, vd. 2023a, s.4).

Sanal ortamda da mimari öğelere gereksinim duyulacağı için sanal evrende de mimara gereksinim olacağını söyleyebiliriz. Fiziksel yaşamımızda daha elverişli, hoş hissettiren, rahatlatan mekanlarda bulunmak istediğimiz gibi, sanal ortamda da sadece tasarım değil, ergonomiden renk uyumuna kadar tüm değişkenlerde etkileyici ortam deneyimi yaşamak istenecektir. Bu çerçevede sınırların olmadığı bu ortamda istenilen tasarım unsurlarının kullanılarak dikkat çekici ortamlar yaratılması hem kullanıcıların ilgisini çekmek, hem de görsel bir zevk elde etmek için duyulan gereksinimi karşılar nitelikte olacaktır (Xu ve Zhang, 2022, s. 569). Yapılan çalışmada sanal evrende mimar yerine tasarımcıya yönelik bir gereklilik olduğunu belirten ifadeler de bulunmaktadır. Bu noktada mimarların mesleki bilgi ve deneyimlerini göstererek yeni iş alanları içerisinde yer alabilmelerinin söz konusu olacağı söylenebilir.

Mimarlar ve tasarımcılar için metaverse, fiziksel dünyanın kısıtlamalarının olmadığı bir ütopya olarak düşünülebilir (Ding, vd. 2022, s. 60). İçinde bulunduğumuz koşullarda, metaverse sanal alanının kuruluşu devam etmekte olsa da iki boyutlu eskiz çizimler, 3B

çizimler, sayısal ortamda oluşturulmuş paftalar derken artık üç boyutlu sanal evrende yapı tasarlanmasının söz konusu olduğu, mimarlıkta da sayısal bir dönüşümün başladığı söylenebilir (Jang ve Kim, 2024, s. 1). Buna dayanarak ileride mesleki eğitimde de teknik farklılaşmalar yaşanabilmesi söz konusu olacağı düşünülebilir. Proje maketi kavramının yerini üç boyutlu proje deneyimlerinin alabileceği söylenebilir (Yüksel ve Yıldırım, 2022, s. 10). Günümüzde oyun endüstrisinde yazılımcılar tarafından oluşturulan sanal ortamlarda mimarlık alanı olarak yer almak pek de kolay olmayacaktır. Çünkü mimarlar gerçek dünyada tasarım yaparken olduğu gibi mühendislik disiplinlerinde çalışanlarla değil, yazılımcılar ile iş birliği yapmak durumunda kalacaklardır. Mesleki olarak gelişim gösterilebilecek yönler farklılaşacaktır. Yeni çalışma alanları ortaya çıkacak ve mimarlık kimliği değişerek yeni roller oluşması söz konusu olabilecektir (URL-6).

Çok hızlı başlayarak, pek çok iş kolunda tutulan (URL-2), metaverse için çalışan yeni mimarlık firmalarının kurulmakta olduğu, tanınmış mimarlık firmalarının da metaverse ortamında tasarımlar geliştirmeye başladığı görülmektedir (URL-3). Metaverse ile mimarların, mekânsal tasarımı hiçbir kısıtlamanın söz konusu olmadığı, sonsuz yaratıcılıkla, beklenmedik kadar geniş alanda yapacakları öngörülmektedir. Bu durum ise, tüm tasarımcılar ve sanatçılar için hayal güçlerini sınırlamadıkları ve çok bakir bir alanda tasarım yapabilme olanağı olarak önlerinde durmaktadır (Şahmalı, 2022, s.36). Mimari elemanlar artık fiziksel, katı ve statik olması gerekmediği gibi sanal, holografik ve dinamik olabilmekte, melez mimari öğeler oluşturmak için fiziksel ve sayısal özellikleri birleştirmenin mümkün olabileceği öngörülmektedir (Tang ve Hou, 2022, s.453).

6.2. Metaverse ve Yapım Endüstrisi

Test ya da benzetim (simülasyon) gibi etkinlikler metaverse teknolojileri ile gerçekleştirilecek olması bazı önemli gelişmeleri de beraberinde getirecektir. Örnek olarak inşa edilecek yapılar sayısal ortamda oluşturulup sağlamlık ve deprem yükü gibi testleri sanal deneyim ortamlarında yapılabilecektir. Günümüzde deprem yükü gibi testler için ek maliyet ve zaman kaybı yaşanmaktadır. Aynı zamanda sismik izolatör testleri de çoğunlukla yurtdışında yapılmakta olup bu da zaman ve maliyet kayıplarına yol açmaktadır. Bunun metaverse teknolojileri ile sağlanıp gerçek oluşturulan örneklerle sensörlerin yerleştirilmesi ile gelen verilerin denenmesinin söz konusu olacağı öngörülmektedir. Endüstriye böyle bir uygulama kazandırılarak, zaman ve maliyet yönetimindeki başarıya daha kolay ulaşılabilir (Guo, vd., 2024, s 2).

Şantiyelerde gerçekleştirilecek metaverse ortamındaki testler, mesleki ve güvenlik eğitimi olarak sanal evren teknolojilerinin kullanımı için yaşamsal bir önem taşıyacaktır. Çünkü karmaşık bir ortam olan şantiyelerde yaşanan can kayıpları göz önüne alındığında çalışan eğitiminde daha etkin teknikler kullanılması gereklilik halini almıştır. Durağan bir şekilde öğrenmek yerine etkin olarak sürecin içinde yer alarak etkileşimi artırmak öğrenmeyi de olumlu yönde etkileyecektir. Günümüzde sanal gerçeklik teknolojileri ile bu yönde eğitimler verilmektedir. Öte yandan, metaverse ortamında bunun tamamen hissedilebilir gerçekçi dünya görüntüleri ile sağlanmasının öğrenme açısından daha etkin olmayı olanaklı hale getireceği düşünülmektedir. Örnek olarak şantiye çalışanının metaversede yüksek bir yapıda üretim yapması sağlanacaktır (Waqar, vd., 2023b, s. 2). İş emniyet kemeri olmadığı takdirde yaşayacağı yüksekten düşme kazasını çalışan burada gerçeğe yakın hissedecek ve böylelikle korunmaya dair bilinç düzeyinde artma sağlanacaktır. Bunun için yaşanan bu sayısal devrim ile iş sağlığı ve güvenliği için mesleki eğitimlerde sanal dünyanın test ortamı olarak deneyimlemesi yaşanacak kayıpları da en aza indirmek mümkün olacaktır (Waqar, vd., 2023a, s.2). Sanal ortamlar uygulama yapabilmeye uygun ortamlar olup, gerçek dünyadakine oranla

daha az maliyet, çaba ve risk oluşturması bakımından sanal uygulamaların gelecekte tercih edileceği düşünülmektedir.

Metaverse'ün fiziksel dünyanın test ortamı olarak kullanılmasındaki diğer etken de sayısal ikiz kullanımınıdır. Sayısal ikizler fiziksel ürünlerin gelecekteki başarımlarını değerlendirmesi tahmini için kullanılabilir. Yani fiziksel bir ürünün yaşam ömrü boyunca takip edilebilmesi, düzgün çalışmasının ve denetiminin sağlanması olacaktır. Bir ürünün yaşam döngüsünde bulunduğu konumundan temel alınarak ileriye doğru tahmini başarımlarını ve gelecekteki olası durumların ortaya çıkartılabilmesi söz konusudur (Singh, vd. 2021, s. 21). Sayısal ikizler sayısal bir ilk örnek (prototip) olarak kullanımdan çok tasarım, planlama ve uygulamayı içeren bir yapı inşa sürecinin her aşamasında rol alabilirler. Yapının projesinde düzeltme talebi geldiği durumlarda ya da yapıların iklim koşullarına göre konumlandırılmasına yönelik sanal ortamlarda bunun testinin sağlanması ve farklı açılar ile değerlendirilerek başarımın yükselmesini sağlayacak en doğru seçeneğin belirlenmesi söz konusu olabilecektir (Lucchi, 2023, s.14). Örnek olarak fiziksel dünyada inşa edilen yapının statik, mekanik ve elektrik sistemlerine sensörler yerleştirilebilecektir. Bunlardan alınan veriler sayısal ikizde toplanacak ve depolanacaktır. Yapıda ilgili sistemlerde gerçekleşecek arızalar sayısal ikize iletilerek çözümlenecek ve en uygun maliyetli bir çözüm üretmesi sağlanacaktır. Bu sayede verimli bir işgücü kullanımı ile kısa zamanda, az maliyetle, doğru iş yapılması söz konusu olacaktır (Chen, vd., 2023, s 15). Sayısal ikizin bu kapsamda yapım endüstrisinde risksiz denemelerin yapılması en uygun çözümlerin bulunacağı bir teknoloji olarak yerini alacağı öngörülmektedir.

Metaverse teknolojisi aynı zamanda denetim verilerinin gerçek zamanlı izlenmesini ve çözümlenmesini gerçekleştirmek için denetim ve kalite yönetimini birleştirerek hassas kalite kontrolü ve yönetimini mümkün kılacaktır. Metaverse tabanında bir denetim modeli oluşturularak denetim verilerinin paylaşımını ve iş birliğini sağlayabilecek, denetimin ve kalite yönetiminin verimliliğini ve doğruluğunu artırarak kalite sorunlarının oluşumunu azaltmak mümkün olabilecektir (Zang, vd., 2023, s.67). Maliyet aşırıları, proje gecikmeleri ve iletişim ihlalleri gibi engellerle sıklıkla karşılaşan inşaat endüstrisi, metaverse ortamında ortaya çıkacak sorunları önceden belirleyerek önemli ölçüde kazanç elde edecektir. Mimarlar, mühendisler, müteahhitler ve müşteriler de dahil olmak üzere inşaat sürecindeki paydaşlar, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini kullanarak sorunsuz bir şekilde iş birliği yapabilecek, karmaşık tasarımları görselleştirebilecek ve anlaşmazlıkları erkenden tespit edip çözebilecektir (Waqar, vd., 2023, s. 2).

Bu çalışmada, "metaverse ortamında proje yönetimi olarak yükselcek en önemli oluşum çeviklik (agile) felsefesi yönünde ilerlemek olacaktır" şeklinde katılımcı görüşü elde edilmiştir. Çeviklik felsefesi, bir tür yazılım geliştirme olup, bu yöntem ile bulunan ortamda ne tür belirsizlikler olduğu, bunlara nasıl uyum sağlanabileceği hakkında bir düşünce geliştirilmesi söz konusudur (Leite, 2016, s. 562). Çeviklik felsefesini diğer yazılım geliştirme yaklaşımlarından ayıran özellik ise işi yapan insanlara ve birlikte çalışmalarına odaklanmasıdır. İş birliği ve kendi kendini örgütleyen ekipler ile çözümler yaratılmaktadır (Adolph, 2005, s. 21). Bu yazılım şeklinde takımlar bulunmakta olup her takımın da kendine has bir yöntemi bulunmaktadır. Bunun dışında müşterilere ilişkin ayrıntılı olarak toplanan veriler ile kullanıcıya yönelik tasarım yapma anlayışı benimsenmektedir (URL-7). Metaverse gibi belirsizliğin olduğu ortamlarda proje yönetimi olarak çeviklik felsefesinin benimsenmesi ile daha küçük ve yönetilebilir parçalar halinde ilerlemek önem kazanacaktır. Değişen koşullara hızlı ve kolay yanıt verilmesinin sağlanabilmesi ve müşterilerden geri bildirimlerin alınması yönetim kayıplarını da önleyecektir.

Çalışmanın sonuçlarına göre şu an için gerçek bir metaverse deneyimi yaşamadığımızdır. Çünkü her ne kadar ülke olarak genç kuşağa sahip olmamız yenilikçi (inovatif) uygulamalara hızlı uyum sağlanması için önemli bir kazanım olsa da günümüzde metaverse teknolojilerine erişim ve kullanım için gereken altyapı teknolojilerine erişim bulunmamaktadır. Bunun için sayısal gelişime uyum sağlayarak endüstride yer almak gerek bilgisayar donanımları gerekse ağ kapasitesi gereklilikleri bakımından bireysel olarak mümkün değildir. Öte yandan, metaversede tüm duyularımız ile tamamen etkileşim sağlanmıyor olması yine gerçek bir daldırma yaşamadığımızın göstergesidir. Çünkü kullanıcılar ile üç boyutlu proje toplantıları için gereken gerçeklik teknolojileriyle malzemelerde yüzeyleri duyumsama ve projede mimari öğelerin yerlerini değiştirme gibi mekansal algıyı artıracak dokunsal teknolojik araçlar henüz bulunmamaktadır.

Elde edilen sonuçlar çerçevesinde yapım endüstrisi ve mimarlıkta metaverse kullanımının yaygınlaşması için gerekli koşullar aşağıda açıklanmıştır.

- Sanal gerçeklik, karma gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve genişletilmiş gerçeklik teknolojilerinin verimli kullanılabilmesi için gerekli başlıklar ve giyilebilir haptik ekipmanlar geliştirilmesi ve kullanımı yaygınlaştırılması önerilmektedir.
- Metaverse teknolojilerini kullanmada bireysel olanakların yetersiz kaldığı durumlarda devlet desteğini kullanmaya yönelik politikalar geliştirilmesi önerilmektedir.
- Piyasada rekabete devam edebilmek ve sürdürülebilir bir mimarlık için yeni teknolojiler endüstri çalışanlarına anlatılmalı ve eğitimler verilmesi önerilmektedir.
- Okullarda lisans ve lisansüstü eğitim düzeylerinde metaverse, yapay zeka, sayısal ikiz, blok zinciri ve web 3 teknolojilerini tanımaya yönelik yeni eğitim programların açılması önerilmektedir.
- Şantiye ortamında çalışan eğitimlerinin yapılmasına yönelik 3 boyutlu sanal ortamlar sanal şantiyeler oluşturulmalı ve endüstri çalışanlarına tanıtılması önerilmektedir.

Teknolojik altyapının yeterli düzeyde olmadığı için içinde bulunduğumuz zamanda metaverse değil sadece sanal gerçeklik boyutunda bir çalışma olduğunu söylemek daha doğrudur. Gerçek metaverse deneyimi yaşanmasına kadar geçecek bu süreç altyapı teknolojilerinin hazırlanmasına olanak sağlayacak yatırımların yapılacağı bir 'geleceğe hazırlık' dönemi olarak tanımlanabilir.

Katkı Oranı

Yazarlar çalışmaya eşit katkıda olduklarını beyan etmektedirler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışmanın tüm yazarları bu çalışmada, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

Adolph, S.(2005). Are we ready to be unleashed? A comparative analysis between agile software development and war fighting. Agile Development Conference (ADC'05), Denver, CO, USA, (s. 20-28), doi: 10.1109/ADC.2005.13.

Akman Dömbekçi, H., Erişen M. A. (2022). Nitel Araştırmalarda Görüşme Tekniği. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22 (Özel Sayı 2), 141-161. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2864475>

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. Computer Networks, 54(15), 2787-2805.doi: 10.1016/j.comnet.2010.05.010

Baltacı, Ş. (2023). Metaverse Üzerine Bir Değerlendirme. TRT Akademi. 8(17), 473-479. doi: 10.37679/trta.1245282

Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M. M., Erkan, I., & Rahman, M. (2021). SWOT Analysis Applications: An Integrative Literature Review. Journal of Global Business Insights, 6(1), 55-73. doi:10.5038/2640-6489.6.1.1148

Berber, A. (2017). Yönetimde Kavramsal Çerçeve Belirleme ve Nitel Araştırma Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 46(özel sayı 2017) 71-73.

Bhushan, B., Sinha, P., Sagayam, K. M., & Andrew, J. (2021). Untangling Blockchain Technology: A Survey On State Of The Art, Security Threats, Privacy Services, Applications And Future Research Directions. Computers and Electrical Engineering, 90. doi: 10.1016/j.compeleceng.2020.106897

Chen, Y., Wang, X., Liu, Z., Cui, J., Osmani, M. & Demian, P. (2023). Exploring Building Information Modeling (BIM) and Internetof Things (IoT) Integration for Sustainable Building. Buildings, 13, 288. doi: 10.3390/buildings13020288

Damar, M.(2021). Metaverse ve Eğitim Teknolojisi. Tarık Talan (Ed.), Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar içinde (s. 169-192). İstanbul:Efe Akademi.

Demir, R. & Değerli, A. S. (2022). Fotoğraftan Metaverse'e Gerçeğin Sayısal Temsili ve İmge. Sanat ve İnsan Dergisi, (özel sayı) 179-187. <http://sanatveinsan.com/wp-content/uploads/2022/03/Fotograftan-Metaverse-Gercegin-Dijital-Temsili-ve-Imge-Reyhan-Demir-Ahu-Simla-Degerli.pdf>

Dionisio, J. D. N., Burns III,W. G., & Gilbert, R. (2013). 3D Virtual Worlds and The Metaverse: Current Status and Future Possibilities. ACM Computing Surveys, 45(3),1-38. doi: 10.1145/2480741.2480751

Ding, X., Bai, W., Sun, M., & Li, X. (2022). Exploration of Architectural Design in the Co-Construction Mode of User and Designer in the Metaverse Environment. *Proceedings of the 2022 7th International Conference on Systems, Control and Communications*, (s. 55–60). doi: 10.1145/3575828.3575838

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., AlDebei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M. K., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I.,

Ergüney, M. & Tepe, N. (2023). Metaverse: Bir Metafor Çalışması. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 12 (2), 1178-1195. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3066832>

Far, S. B. & Rad, A. I. (2022). Applying Digital Twins in Metaverse: User Interface, Security And Privacy Challenges. Journal of Metaverse, 1(2), 8-15. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jmv/issue/67967/1072189>.

Fischer, A. (2022). Architecture as Art in Metaverse. <https://nf-architecture.io/wp-content/uploads/2022/05/NFA-Architecuture-as-art-in-metaverse83.pdf>

Fu, Y. & Luan, T. H. (2023). A Survey of Blockchain and Intelligent Networking for the Metaverse. IEEE Internet of Things Journal, 10(4), 3587-3610. doi: 10.1109/JIOT.2022.3222521

Guo, Z., Wang, Q., Peng, C., Zhuang, Z. & Yang, B. (2024). Willingness to Accept Metaverse Safety Training for Construction Workers Based on Extended UTAUT. Frontiers in Public Health, 11,1294203. doi: 10.3389/fpubh.2023.1294203

Güler, O., & Savaş, S. (2022). All Aspects of Metaverse Studies, Technologies and Future. Gazi Journal of Engineering Sciences, 8(2), 292-319. doi:10.30855/gmbd.0705011

Hughes, R. (2014). Augmented Reality : Developments, Technologies and Applications. New York: Nova Science Publishers.

Huynh-The, T. Pham, Q.-V. Pham, X.-Q. Nguyen, T. T. Han, Z. Kim & D.-S. (2023). Artificial intelligence for the Metaverse: A survey. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 117 (A), 105581. doi: 10.1016/j.engappai.2022.105581

İlyina, İ. A. Eltikova, E. A. Uvarova, K.A. & Chelysheva, S. D. (2022). Metaverse- Death to Offline Communication or Empowerment of Interaction? Communication Strategies in Digital Society Seminar (ComSDS), Saint Petersburg, Russian Federation, 117-119. doi: 10.1109/ComSDS55328.2022.9769144.

Jang, S.-Y & Kim, S.-A. (2024) Automatic Generation of Virtual Architecture Using User Activities in Metaverse. International Journal of Human- Computer Studies, 182, 103163. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103163>

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Ul Haq, M. I., Raina, A., & Suman, R. (2020). Industry 5.0: Potential applications in Covid-19. Journal of Industrial Integration and Management, 5(4), 507-530. doi: 10.1142/S2424862220500220

Kapan, K. & Üncel R. (2020). Gelişen Web Teknolojilerinin (Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0) Türkiye Turizmine Etkisi. Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(3): 276-289.

Karakoç, E. (2022). Muğlak Mekanlar ve Katmanları: Metaverse ve Ötesi. Spektrum. 8, 11-15. <https://www.tasarimrehberleri.com/yayinlar/spektrum/#tab-1662136667449-2-9>

Kshetri, N. (2022). Web 3.0 and the Metaverse Shaping Organizations' Brand and Product Strategies. IT Professional, 24(2), 11-15. doi: 10.1109/MITP.2022.3157206

Kwok, T. K. (2022). Sustainable Engineering Paradigm Shift in Digital Architecture, Engineering and Construction Ecology within Metaverse. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering*, 16:4, 112-115.

Lee, L.-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C. & Hui, P. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *Journal Of Latex Class Files*, 14(8), 1-66. doi: 10.13140/RG.2.2.11200.05124/8

Leite, M. (2016). Agile Manufacturing Practices for New Product Development: Industrial Case Studies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27 (4), 560-576. doi: 10.1108/JMTM-09-2015-0073

Lerer, M. (2019). The Taxation of Cryptocurrency. *The CPA Journal*, January, 40-43. <https://www.proquest.com/openview/362bd6a3dcec73769e691531688dd908/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41798>,

Liu, Z., Gong, S., Tan, Z. & Demian, P. (2023). Immersive Technologies-Driven Building Information Modeling (BIM) in the Context of Metaverse. *Buildings*, 13, 1559. Doi: 10.3390/buildings13061559

Lucchi, E. (2023). Digital Twins for the Automation of the Heritage Construction Sector. *Automation in Construction*, 156, 105073. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105073>

Lv, Z., Shang, W.-L., Guizani, M. (2022). Impact of Digital Twins and Metaverse on Cities: History, Current Situation, and Application Perspectives. *Applied Sciences*, 12, 12820. <https://doi.org/10.3390/app122412820>

Metin, O. & Ünal, Ş. (2022). İçerik Analizi Tekniği: İletişim Bilimlerinde ve Sosyolojide Doktora Tezlerinde Kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22 (Özel Sayı 2), 273-294. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2864527>

Mehan, J. (2022). *Artificial Intelligence: Ethical, Social, and Security Impacts for the Present and the Future*. Cambridge: IT Governance Publishing

Moro-Visconti, R. (2022). From Physical Reality to the Metaverse: A Multilayer Network Valuation. *Journal of Metaverse*, 2(1), 16-22. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2247581>

Mozumder, Md A. I., Sheeraz, M. M., Athar, A., Aich, S., & Kim, H. C. (2022). Overview: Technology Roadmap of the Future Trend of Metaverse based on IoT, Blockchain, AI Technique, and Medical Domain Metaverse Activity. *24th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT)*, 256-261. doi: 10.23919/ICACT53585.2022.9728808

Onecha, B., Cornado, C. Morros, J. & Pons, O. (2023). New Approach to Design and Assess Metaverse Environments for Improving Learning Processes in Higher Education: The Case of Architectural Construction and Rehabilitation. *Buildings*, 13, 1340. doi: 10.3390/buildings13051340

Orzeł, B. & Wolniak, R. (2022). Digitization in the Design and Construction Industry—Remote Work in the Context of Sustainability: A Study from Poland. *Sustainability*, 14, 1332. doi: 10.3390/su14031332

Özden, A. T. (2022). 1.0'dan 5.0'a Dünya: Web, Pazarlama, Endüstri ve Toplum. *Journal of Business in the Digital Age.*, 5(1)108-116. doi: 10.46238/jobda.1003371

Öztürk, H. K. & Gemi, S. (2022). From Web 1.0 To The Metaverse. *TOBİDER International Journal of Social Sciences*, 6(1), 28-61. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2276838>

Peng, H., Chen, P.-C., Chen, P.-H., Yang, Y.-S., Hsia, C.-C. & Wang, L.-C. (2022). 6G toward Metaverse: Technologies, Applications, and Challenges. 022 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS), 6-10. doi: 10.1109/APWCS55727.2022.9906483

Pilevari, N., & Yavari, F. (2020). Industry Revolutions Development from Industry 1.0 to Industry 5.0 in Manufacturing. *Journal of Industrial Strategic Management*, 5 (2), 44-63.

Sarıcioğlu, P., İlerisoy, Z. Y. & Soyluk, A. (2021). Mimarlık ve Endüstri 4.0 Eşleşmesi. *Yapı Dergisi*. 464, 12-17. <https://yapidergisi.com/mimarlik-ve-endustri-4-0-eslesmesi/#:~:text=End%C3%BCstri%204.0%20ile%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fen%20%C3%BCretim.ve%20hepsiyle%20e%C5%9Fle%C5%9Fti%C4%9Fini%20s%C3%B6ylemek%20m%C3%BCmk%C3%BCnd%C3%BCr>

Singh, M., Fuenmayor, E., Hinchy, E.P., Qiao, Y., Murray, N. & Devine, D. (2021) Digital Twin: Origin to Future. *Applied System Innovation*, 4, (36). doi: 10.3390/asi4020036

Şahmalı, A. E. (2022). Metaverse’te Sonsuz Yaratıcılıkla Mekânsal Tasarımlar Yapmak Mümkün. *Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği Dergisi*, 49 (Nisan),36. https://dergi.imsad.org/uploads/files/dergi/slider/sayi_49_kapak.pdf

Tang, S. K. & Hou, J.-H. (2022). Designing A Framework for Metaverse Architecture. *International Conference for The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, Australia, 2, 445-454. https://caadria2022.org/designing_a_framework_for_metaverse_architecture/

Vinitha, K., Prabhu, R. A., Bhaskar, R. & Hariharan, R. (2020). Review on Industrial Mathematics And Materials At Industry 1.0 To Industry 4.0. *Materials today: Proceedings*, 33(Part 7), 3956-3960. doi: 10.1016/j.matpr.2020.06.331

Wamba, S. F. (2022). Metaverse Beyond the Hype: Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice And Policy. *International Journal of Information Management*, 66, 102542. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

Waqar, A., Othman, I., Aiman, M. S., Khan, M. B., Islam, Md. M., Almujiabah, H. & Karim, M. A. (2023a). Analyzing the Success of Adopting Metaverse in Construction Industry: Structural Equation Modelling. *Journal of Engineering*, 2023. doi: 10.1155/2023/8824795

Waqar, A., Othman, I., Falqi, I. I., Almujiabah, H. R., Alshehri, A. M., Alsulamy, S. H. & Benjeddou, O. (2023b). Assessment of Barriers to Robotics Process Automation (RPA)

Implementation in Safety Management of Tall Buildings. Buildings, 13, 1663. doi: 10.3390/buildings13071663

Xu, L. & Zhang, Z. M. (2022). Effects of User Construction Behavior on User Experience in a Virtual Indoor Environment. IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 568-575. doi: 10.1109/ISMAR55827.2022.00073

Utku, M. & Kaya, Y. (2022). NFT (Değiştirilemez Token) Varlıklarının UMS/UFRS Çerçevesinde Muhasebeleştirilmesi. International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies, 8(37)44-52. doi: 10.26728/ideas.591

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). Nitel Araştırma Yöntemleri (12. Baskı). Ankara: Seçkin

Yüksel, Ş., & Yıldız, S. (2022). Metaverse Dünyasında Değişen Sanal-Gerçek Mekânlar ve Tasarımcının Rolü. 7. Uluslararası Zeugma Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Gaziantep.

Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The Metaverse in Education: Definition, Framework, Features, Potential Applications, Challenges, and Future Research Topics. Frontiers in Psychology, 13, 1016300. doi: 10.3389/fpsyg.2022.1016300

Zhang, R., Wen, K., Cai, R. & Liu, H. (2023). The Application of Metaverse in the Construction Industry: Exploring the Future Architectural Trends of Virtual and Real Integration. Journal of Civil Engineering and Urban Planning, 5(3), 65-72. doi: 10.23977/jceup.2023.050309

Zhao, Y., Jiang, J., Chen, Y., Liu, R., Yang, Y., Xue, X., & Chen, S. (2022). Metaverse: Perspectives from Graphics, Interactions and Visualization. Visual Informatics, 6(1), 56-67. doi: 10.1016/j.visinf.2022.03.002

İnternet Kaynakları

URL-1: <https://about.fb.com/news/2021/10/facebook-company-is-now-meta/> Erişim tarihi: 20/10/2023, 15.05.

URL-2: <https://insights2techinfo.com/Metaverse-technologies-and-their-applications/> Erişim tarihi: 20/10/2023, 10.45.

URL-3: <https://www.archdaily.com/978522/zaha-hadid-architects-designs-cyber-urban-Metaverse-city> Erişim tarihi: 20/10/2023, 10.50.

URL-4: <https://xxi.com.tr/i/mimarligin-tanidik-ama-yeni-evreni-Metaverse> Erişim tarihi: 20/10/2023, 11.05.

URL-5: <https://ikas.com/tr/blog/sanal-magaza-acmak> Erişim tarihi: 22/10/2023, 17.40.

URL-8: <https://yapidergisi.com/gelecegin-mimarligi-metaversete-mi/> Erişim tarihi: 20/1/2024, 13.20.

URL-7: <https://www.agilealliance.org/agile101/> Erişim tarihi: 20/10/2023, 11.10.