

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

METaverse'ÜN YAPIM SEKTÖRÜNDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kazime Elif AKTURAN
1800005376

Anabilim Dalı: Mimarlık
Programı: Yapım Yönetimi ve Teknolojisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU

OCAK 2023

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

METaverse'ÜN YAPIM SEKTÖRÜNDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kazime Elif AKTURAN

1800005376

Anabilim Dalı: Mimarlık
Programı: Yapım Yönetimi ve Teknolojisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU

Jüri Üyeleri: Dr. Öğr. Üyesi Gamze ALPTEKİN

Dr. Öğr. Üyesi Erhan KARAKOÇ

OCAK 2023

ÖNSÖZ

Öncelikle tez konusu seçerken isteklerimi göz önünde bulunduran, çalışmamı planlama ve oluşturma sürecinde kıymetli görüş ve önerileriyle bana rehberlik eden, her zaman anlayışlı tavrıyla yaklaşan değerli danışmanım Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU'na ve yardımlarına başvurduğum tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yanımda olan, bana olan güvenlerini hiç kaybetmeyen aileme ve ailem gibi olan dostlarıma teşekkür ederim.

Hazırlamış olduğum bu çalışmanın tüm meslektaşlarıma faydalı olması dileğiyle...

Ocak 2023,

Kazime Elif AKTURAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	3
1.2. Problem Cümlesi	3
1.3. Araştırmanın Amacı.....	3
1.4. Araştırmanın Önemi	3
1.5. Çalışmanın Sınırları	4
1.6. Tanımlar.....	5
2. METAVERSE VE METAVERSE'Ü ETKİN KILAN TEKNOLOJİK KAVRAMLAR.....	7
2.1. Sanal Evrenlerin Tarihsel Gelişimi	7
2.2. Metaverse'ün Doğuşu	11
2.3. Metaverse Kullanım Alanları	13
2.3.1. Eğitim Sektörü.....	13
2.3.2. İş ve Yönetim Sektörü	14
2.3.3. Finans Sektörü	14
2.3.4. Gayrimenkul Sektörü	15
2.3.5. Kültürel ve Sosyal Faaliyetler	15
2.3.6. Dijital Pazarlama ve Reklam Endüstrisi.....	16
2.3.7. Dijital Eğlence ve Oyun Endüstrisi	16
2.4. Metaverse'ün Teknoloji Yol Haritası	17
2.4.1. SG, AG, KG ve GG Teknolojileri	22
2.4.2. Web Teknolojilerinin Gelişimi: Web1/ Web2/ Web3	27
2.4.3. 5G ve 6G İletişim	28
2.4.4. Blok zinciri (Blockchain) Teknolojisi- Non-Fungible Token (NFT)....	29
2.4.5. Yapay Zeka (AI).....	32
2.4.6. Dijital İkiz Teknolojisi (DT)	33
3. YAPIM SEKTÖRÜ VE MİMARLIKTAKİ METAVERSE	36
3.1. Günümüzde Kullanılan İnşaat Teknolojileri	37
3.1.1. SG ve AG Kullanımı	37
3.1.2. 3B Lazer Tarama	40
3.1.3. Drone Teknolojisi.....	41
3.1.4. 3B Yazıcılar.....	41
3.2. Yapım Sektöründe Metaverse Kullanımı	42
3.2.1. Sanal Gayrimenkul	42
3.2.2. Sanal Proje Yönetimi.....	42
3.2.3. Kullanıcı Etkileşimi.....	43
3.2.4. Dijital İkiz.....	44

3.2.5. Yapay Zeka.....	48
3.3. Metaverse ve Mimarlık	50
3.3.1. Decentraland Architects	54
3.3.2. OVR.....	54
3.3.3. Wilder World.....	55
3.3.4. Zaha Hadid Architects “Cyber-Urban”	55
3.3.5. SpaceForm	56
3.3.6. Mytaverse	56
3.3.7. Somnium Space	57
3.3.8. iCreate.....	57
3.3.9. Cesium.....	57
4. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ	59
4.1. Araştırmanın Modeli	59
4.2. Çalışma Grubu.....	60
4.3. Veri Toplama Aracı	61
4.4. Veri Analizi	61
5. BULGULAR	64
6. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	75
6.1. Tartışma	75
6.2. Sonuç ve Öneriler	84
KAYNAKLAR	86
EKLER.....	96

KISALTMALAR LİSTESİ

XR	: Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality)
SG-VR	: Sanal Gerçeklik (Virtual Reality)
AG-AR	: Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)
KG-MR	: Karma Gerçeklik (Mixed Reality)
GG-XR	: Genişletilmiş Gerçeklik (Extended Reality)
NFT	: Nitelikli Fikri Tapu (Non Fungible Token)
DT	: Dijital İkiz (Dijital Twin)
AI	: Yapay Zeka (Artificial Intelligence)
ML	: Makine Öğrenimi (Machine Learning)
ELM	: Aşırı Öğrenme Makinaları (Extreme Learning Machine)
IoT	: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)
DAO	: Merkeziyetsiz Özerk Organizasyon (Decentralized Autonomous Organization)
DApp	: Merkezi Olmayan Uygulamalar (Decentralized Application)
DeFi	: Merkeziyetsiz Finans (Decentralized Finance)
DoF	: Alan Derinliği (Depth of Field)
AEC	: Mimarlık, Mühendislik & İnşaat (Architecture, Engineering & Construction)
MEM	: Mikro Elektro-Mekanik Sistemler
WFA	: Dünya Reklamcılar Federasyonu (World Federation of Advertisers)
BIM	: Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modeling)
YSA	: Yapay Sinir Ağları
WEB	: Dünya Çapında Ağ (World Wide Web-www)

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Metaverse teknoloji yol haritası (Mozumder vd., 2022)	18
Tablo 4.2: Çalışma Grubu Katılımcıları.....	60
Tablo 4.3: Çalışma kapsamında kullanılan görüşme soruları	62
Tablo 5.4: Araştırma Konusu Kapsamında Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı	64
Tablo 5.5: “Metaverse Nedir? Metaverse’ü Bugünkü İnternette Farklı Kılan Temel Özellikleri Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri	65
Tablo 5.6: “Fırsatlar ve Riskler Kapsamında Metaverse’ün Etkileri Neler Olacaktır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri	66
Tablo 5.7: “Metaverse’e Türkiye Ne Kadar Hazır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri.....	67
Tablo 5.8: “Metaverse’ün Yapım Sektöründe Kullanım Alanları Neler Olacaktır? (Örnek tasarım, saha çalışmaları, iş sağlığı ve güvenliği, mesleki eğitim vb.)” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri	68
Tablo 5.9: “Sanal Dünyada Mimarlığa Ne Kadar İhtiyaç Var?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri.....	69
Tablo 5.10: “Metaverse’de Gerçekleştirilecek Mimari Faaliyetler Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri	70
Tablo 5.11: “Dijital Oyun Tasarlamaktan Başlayıp Yeni Evrenler Oluşturmak ile Devam Eden Bu Süreçte Mimarların Rolü Ne Olacak? Mimarlık Mesleği de Yeniden Şekillenecek Mi? Mimarlık İçin Farklı Uzmanlık Alanları Gelecek Mi?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri	71

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Sanal Evrenlerin Tarihsel Gelişimi	10
Şekil 2.2: Google “Metaverse” terimine zamana bağlı gösterilen ilgi ve ülkeler sıralaması (Google, 2022)	12
Şekil 2.3: Metaverse Katmanları	22
Şekil 2.4: Metaverse Teknolojileri	22
Şekil 2.5: AR, MR, VR ve XR teknolojileri (İnteraction Design, 2022)	23
Şekil 2.6: Blok Zinciri-Web3 için Hype Döngüsü (Litan, 2022)	32
Şekil 2.7: Dijital İkiz Teknolojisinin Fiziksel dünya ve Metaverse bağlantısının katmanları (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022)	35
Şekil 3.8: Süper Blok Modelleri (The Conversation, 2019)	48
Şekil 3.9: Düzenli taşıyıcı sistem planı ve program yanıtı (Bingöl vd., 2020)	49
Şekil 4.10: Nitel Bir Çalışmada Araştırmanın Tümevarımsal Mantığı (Creswell, 2009)	60
Şekil 4.11: SWOT Analizi	62
Şekil 5.12: Çalışma Sonucuna Göre SWOT Analizi	72
Şekil 6.13: Ülkelere göre OVR arazisi alınma grafiği (Over, 2022)	76

Enstitüsü : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Dalı : Mimarlık
Programı : Yapım Yönetimi ve Teknolojisi
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Ocak 2023

ÖZET

METaverse’ÜN YAPIM SEKTÖRÜNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Kazime Elif Akturan

İnsanoğlunun kabuğundan çıkması ilk olarak aya ayak basması ile başlamıştır. Farklı dünyalar keşfetme merakı ve isteği hep devam etmiş olup akabinde insanlarda Marsa yolculuk hayali ortaya çıkmıştır. Bundan sonra da farklı evren arayışı hep sürmüş olup son olarak da insanları evinden farklı evrenlere götüren “Metaverse” kavramı gündeme gelmiştir. İçerisinde birçok evren olan bu oyun platformu yapım sektörü ve mimarlık dahil birçok sektörün ilgisini çekmeyi başarmıştır. Yapım sektöründe en çok karşılaşılan sorunlar zaman ve maliyet kayıplarıdır. Sektörde bu yöndeki sorunların ele alınmasına ve yeni teknolojik gelişmeler ışığında çözüme kavuşturulmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışma ile internette yaşanan yeni gelişmeler sonucu ortaya çıkan Metaverse ve teknolojileri tanıtılmıştır. Yapım sektörü ile mimarlık alanlarında kullanım alanları belirlenerek bu teknolojiye bugün nerede olduğumuz ve yarın nerede olacağımız tartışılmıştır. Metaverse’ün yapım sektöründeki etkilerinin değerlendirilmesi için yedi katılımcı ile on bir soruluk açık uçlu bir form düzenlenmiştir. Yapılan röportajlar ile açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi nitel veri çözümlemesi ile yapılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi ile derinlemesine incelenmiştir. Ortaya çıkan bulgular Metaverse, yapım sektörü ve mimarlık özelinde SWOT analizi ile değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda yapım sektöründe Metaverse’ün gerçek dünyanın test mekanı olarak kullanılacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun gerçekleşmesinde etkileyici mekan tasarımı, dijital ikiz, üç boyutlu sanal çalışma alanı ve kullanıcı faktörleri etkili olacaktır. Metaverse teknolojileri kapsamında sektörde inovatif uygulamaların kullanımı ile de zaman, maliyet ve iş gücü değişkenlerinde kazanım sağlanacaktır. Fakat günümüzde Metaverse teknolojilerine erişim ve kullanım için gereken altyapı teknolojilerine erişim bulunmadığı için gerçek bir Metaverse deneyimi yaşamadığımız sonucu çıkmaktadır. Tüm duyularımız ile tamamen etkileşim sağlamıyor olması da kullanım açısından sanal gerçeklikten öteye geçmediğini göstermektedir. Gerçek Metaverse deneyimi yaşamamıza kadar geçecek bu süreç ise altyapı teknolojilerinin hazırlanmasına olanak sağlayacak yatırımların yapılacağı bir ‘geleceğe hazırlık’ dönemi olarak yer alacaktır.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Sanal Evren, Yapım Sektörü, Metaverse Mimarlığı

Institute : Institute Of Graduate Studies
Department : Architecture
Program : Construction Management And Technology
Supervisor : Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU
Type and Date of Thesis : Master of Science – January 2023

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF METAVERSE IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Kazime Elif Akturan

The emergence of mankind from its shell first began with the setting foot on the moon. The curiosity and desire to explore different worlds has always continued, and then the dream of traveling to Mars appeared in people mind. After that, the search for a different universe has always continued, and finally, the concept of “Metaverse”, which takes people from their homes to different universes, has come up. This gaming platform, which has many universes in it, has managed to attract the attention of many sectors, including the construction sector and architecture. The most common problems encountered in the construction sector are time and cost losses. There is a need to address the problems in this direction in the sector and to solve them in the light of new technological developments.

With this study, the Metaverse and technologies that have emerged as a result of new developments on the Internet have been introduced. By determining the usage areas in the construction sector and architecture, where we are today in this technology and where we will be tomorrow are discussed. In order to evaluate the effects of Metaverse in the production sector, an open-ended form of eleven questions was organized with seven participants. The evaluation of the data obtained from the interviews and open-ended questions was carried out by qualitative data analysis. The obtained data were examined in depth by content analysis. The findings were evaluated by SWOT analysis in terms of Metaverse, construction sector and architecture.

As a result of the study, it was determined that the Metaverse could be used as a test environment for the real world for the production industry. Impressive space design, digital twin, three-dimensional virtual workspace and user factors will play a role in making that come about. By using innovative practices in the industry within the framework of Metaverse technologies, gains are to be made in time, cost and labor variables. However, because there is no access to Metaverse technologies today and no access to the infrastructure technologies needed to use them, we do not have a true Metaverse experience. The fact that it does not fully interact with all our senses shows that it does not go beyond virtual reality in its use. This process, which will take as long as it takes for us to experience the real Metaverse, will take place as a “preparation for the future” in which investments are made to enable the preparation of infrastructure technologies.

Key Words: Metaverse, Virtual Universe, Construction, Metaverse Architecture

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin önemli bir dönüm noktası olarak görülen Sanayi devriminin etkisiyle yıllar boyunca süregelen ve kaçınılmaz olarak devam eden teknolojik gelişmeler birçok sektörde hız kazanarak ilerlemeye devam etmiş olup günümüzde de yeni nesil ileri düzey teknolojilerle gelişimini sürdürmektedir. Yaşanan son gelişmeler ile bulut bilişim, 3B yazıcılar, IoT ve otonom robot teknolojilerinin kullanılması günümüzde konu olan endüstri 4.0 kavramını ortaya çıkarmıştır. Endüstri 4.0'te iş alanlarında maliyet ve iş gücünde tasarruf sağlanırken üretim ve verimlilikte artma hedeflenmektedir (Sarıcıoğlu, t.y.). Endüstri devrimleriyle ortaya çıkan teknolojik yenilikler, farklı sektörlerde etkiler yaratabilmektedir. Aynı zamanda farklı alanlardaki yeni teknolojik gelişmeler birbirlerini destekleyerek gelişimine devam etmekte ve başka teknolojilerin de gelişmesine yardımcı olmaktadır. Toplumların en temel ihtiyacının barınma olmasından dolayı inşaat sektörü hayatı idame ettirmek gerekliliği bakımından diğer sektörlerle göre gelişmenin daha ihtiyaç duyulacağı bir yapıdır (Fiş, 2010). Gelişimin ve yeniliklerin en fazla ihtiyaç duyulacağı bir alan olmasının bir başka nedeni ise yapım sektörünün diğer alanları etkileme gücünün olmasıdır. Bu büyümede istihdam sağlama, sosyal kalkınma, üretim, finans gibi konular kapsamında etkili olarak rekabeti artırma ve ulusal kalkınmayı sağlama adına büyük bir potansiyel olarak yer almaktadır. Şirketlerin sürdürülebilir olmaları için bugünden sağlam bir iş temeli oluşturması gerekmekte olup teknolojiye dönük inovasyonları da kullanmaları gerekmektedir. Teknolojinin sürekli olarak ilerlemesi ve yeni döneme uyum sağlanması hem rekabet ortamı açısından hem de inşaatlara ayrılan zaman, maliyet, enerji bakımından her daim önemli bir etken olmuştur. Bu sebeple yapı üretim sürecinde alışlagelmişin dışına çıkmak sektörde kazandırıcı bir unsur olarak bulunmaktadır.

Yüzyıllar boyunca insanların iletişim kurma şekli kitlesel iletişim araçlarında gelişen teknolojiler sayesinde sürekli değişmiştir. İki boyutlu kaynaklar ile başlayan iletişim şekli internetin de entegrasyonu ile başka bir boyuta taşınmıştır. Son yıllarda insanların sürekli bir hayat temposu içerisinde bulunması ve gün içerisinde türlü strese maruz kalması insanların gerçek hayattan biraz olsun uzaklaşma isteğini artırmıştır. 2020 yılında COVID-19'un tüm dünyada herkesin evlerine kapanıp karantina ortamlarında yaşamaya başlaması ile de fiziksel olarak kapalı alanda vakit geçirme mecburiyeti insanlara iletişim kurma ve internet ortamını kullanmada yeni beceriler

katmış aynı zamanda da sanal gerçeklik ortamlarında var olma düzeylerini kuvvetlendirmiştir. En son internette yaşanan gelişmeler ışığında yeni nesil internet olarak ortaya çıkan *Metaverse* kavramı sanal gerçekliğin ötesinde bugüne kadar olmayan etkileşimlerle gündem yaratmıştır.

Bilgi çağında yaşanan bu gelişmeler geçmişte oyun sektörüyle başlamış olup günümüzde de çoğunlukla oyun endüstrisiyle etkisini göstermektedir. 2021 yılı itibariyle dünyada oyun oynayanların sayısı 2,5 milyarı geçmiş durumdadır. Giderek artan bu kullanım oranında daha çok üç boyutlu oyunlara ilgi gösterilmekte olup konsol oyun pazarı gelişiminde bir düşüş yaşandığı açıklanmıştır. 2025'e kadar global oyun pazarının 256,97 milyar dolarlık bir kullanıma ulaşması beklenmektedir (Campaign Türkiye, 2021). Kullanıcı sayısının çokluğu ve sanal gerçeklik ekipmanlarının bu oyuna dahil edilmesiyle farklı sektörler de kendilerine Metaverse platformunda yer edinmeye başlamıştır. Metaverse'ün çok hızlı başlayarak popülaritesinin artması birçok sektörde olduğu gibi yapım sektöründe de yankı uyandırmıştır. Metaverse için çalışan yeni mimarlık firmaları kurulmuştur. Mimarlık'ta Metaverse'de yerini alarak oyunlar içerisinde mimari tasarımlar sergilenmeye başlanmıştır. Yapım sektöründe Metaverse'ü içeren teknolojilerin kullanılmaya başlandığı yeni bir döneme girilmiştir. Metaverse kavramı yapım sektörü için Yapı Bilgi Modellemesinden sonra yeni bir devrim olmuştur.

Yapım sektöründe yeni gelişen teknolojileri kullanmak paydaşlara kolaylık sağlaması ve tasarruf imkânı doğurması bakımından önem arz etmektedir. Bu çalışmadaki iki önemli unsur yapım sektörü ve Metaverse olduğundan, ikisinin birbirini etkilemelerinden ortaya çıkacak yeni yöntem ve araçların sektör açısından olumlu bir etki yaratacağı öngörülmüştür. Bu çalışmada yapım sektöründe yeni bir kavram olan Metaverse'ün gerçek hayattaki inşaat ve mimarlıkta proje süreçlerine yansıtacağı etkilerinin olabileceği düşüncesiyle yola çıkılmış olup yapılan çalışmalar neticesinde bu yönde bir çalışmaya gereksinim olduğu belirlenmiştir.

Yeni teknolojik gelişmeler ile gelişen dünyaya uyum sağlamanın farklı endüstriler içerisinde en önemli paya sahip yapım endüstrisi için büyük öneme sahip olması yeni teknolojilerin yapım sektöründe kullanımını artırıcı bir unsurdur. Bu öneme sahip olması yeni teknolojilerin yapım endüstrisinde kullanımına yönelik bir çalışma yapılmasını gerekli kılmıştır. Çalışma, Metaverse, yapım sektörü ve mimarlık arasındaki bağlantı kapsamında ele alınacaktır. Günümüzde Metaverse kavramının

Türkçe'deki karşılığı tartışılmaya devam edildiği ve henüz netlik kazanmadığı için bu çalışmada “Metaverse” olarak kullanılacaktır.

1.1.Problemin Tanımı

İnşaat sektöründe firmaların başta yatırım riski olarak görüp inovatif gelişmelere genelde geriden gelerek adaptasyonu sağladığı bilinmektedir. Bununla beraber mimari ofis firmalarının gelişimlerini bir çerçevede yürütmeleri hem yeni çizim araçlarını, programlarını kullanmalarını hem de farklı alanlarda rol almalarını engellemektedirler. Bu soruna çözüm olarak düşünülen yeni dönemde karşımıza çıkarak büyük bir hızla hayatımıza giren ve aslında çoğu insan tarafından çok da doğru bilinmeyen bir kavram olan” Metaverse” farklı alanlarda kullanım imkanı yaratan bir teknoloji olarak yer almaktadır. Bu zamanlarda inşaat sektörü ve mimarlıkta Metaverse faaliyetleri olarak başlangıç seviyesinde bazı hareketlenmelere şahit olmaktadır. Çağa ayak uydurulabilmesi için yapım sektörü ve mimarlık mesleğinin Metaverse boyutunda ele alınması gerekli olup sektör çalışanlarına gelecek projeksiyon için bir kaynak olması düşünülmektedir.

1.2.Problem Cümlesi

Metaverse’ün yapım sektöründe ve mimarlıkta kullanım alanları nelerdir?

1.3.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, internette yaşanan yeni gelişmeler sonucu ortaya çıkan Metaverse’ün yapım sektörü çalışanları tarafından kavraması ve sektörde kullanım alanlarının belirlenerek ileri yeni teknolojik ürünlerin kullanımlarına yönelik farkındalık yaratılması amaçlanmıştır.

1.4.Araştırmanın Önemi

Teknoloji, insanların var olmasından bugüne kadar her alanda hayatımızda olan bir kavramdır. İnsanların başlangıçta ihtiyaç olması sebebiyle geliştirdikleri temel aletlerden günümüzde var olan endüstriyel robotlara kadar olan süreçlerin hepsinde hep daha iyiyi sağlamak adına yapılan çalışmalar olduğunu görürüz. Teknoloji kavram olarak, üretim makinelerinde, üretim yöntemlerinde ve ürünlerde yenilik yaratılması ile üretimin, verimliliğin artırılması itibariyle de rekabet ve kar yükselmesini sağlayan bir anahtar olarak tanımlanmaktadır. Bu faydaların yanında ülkelerin de verimlilik kapasitelerini artırma bakımından önem arz etmesi ve gelişmişlik düzeyini etkilemesinde önemli bir rolünün olduğu açıktır (Kiper,2004). Ülkelerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeylerine ve uluslararası pazarda var olma

kapasitelerine bakıldığında teknolojiyi kullanmada hangi politikaları kullandıkları açıkça görülmektedir. Yine ülkelerin ekonomi alanında olgunlaşmasında yapım sektörünün diğer alanları etkileme gücünün olması ve büyümeye katkı sağlaması sektörün kendini geliştirmesi bakımından önem arz etmektedir. Çünkü inşaat sektörü istihdam sağlama, sosyal kalkınma, üretim, finans gibi farklı disiplinlerdeki rolü ile ülke ekonomisi üzerinde hiç şüphesiz etki yaratmaktadır. Bu nedenle sektörde inşaat ekipmanlarından bilgi teknolojilerine kadar ileri yeniliklerin kullanılması büyüme adına olumlu sonuçlar doğuracaktır. Yapım sektöründe ileri teknolojiler kullanılarak mevcut sorunların çözülmesi ve gelişerek yeni projelerin ortaya çıkması ile sektörde yerel ya da uluslararası yeni pazar olanaklarını yakalamak kaçınılmaz olacaktır.

Sanayinin çeşitli alanlarında var olan teknolojik gelişmeler ilk olarak Sanayi devrimi ile başlamıştır. Sanayi devrimi ile birçok alanda köklü değişimler meydana gelmiş olup en çok yapım sektöründe bunun etkisi görülmüştür. 2016 yılında Dünya Ekonomik Forumunda 4.Sanayi Devrimi adı altında birçok ileri teknoloji tanıtılmıştır. Yeni teknolojiler iş ve finans dünyasını aktif ve sürdürülebilir kılma adına bir ilaç gibi gelmiş olup teknolojik faaliyetleri pek de benimsemeyen işletmeler için de pozitif yönde etki yapmıştır (Al-Gnbri, 2022). Teknolojinin yapım sektörüyle bütünleşen bir kavram olması süregelen yenilikleri de barındırması açısından önem arz etmektedir. Günümüzde inşaat teknolojileri olarak gelişmiş ülkelerin gerisinden gelinmesi bu kapsamda sektörde kullanılabilecek her yeniliğe çekimser bir bakıştan ziyade girişimsel bir ruh ile aktif olmamızı gerektirmektedir. Bunun için son dönemde internette yaşanan gelişmeler Metaverse kavramının ortaya çıkması ile dijital bir dönüşüme girmiş olmamız sektörde de yeni bir çağ yaratmak adına önem arz etmektedir.

1.5.Çalışmanın Sınırları

Bu araştırmada bazı sınırlar bulunmakta olup aşağıda açıklanmıştır;

- Metaverse'ün son zamanlarda ortaya çıkan bir kavram olması sebebiyle yapım sektörü ve mimarlık kapsamında yapılan yeterli çalışması bulunmamaktadır. Bu sebeple odak noktası geniş tutulmuş olup inşaat sektörü ve mimarlık genelinde olan ya da olması düşünülen konular dahilinde araştırma ve veri toplama gerçekleştirilmiştir.
- Araştırmada katılımcılar mimarlık, yapım ve gayrimenkul sektörü çalışanları olarak sınırlandırılmıştır.

- Araştırma nitel veri toplama yöntemi olan görüşme ile sınırlandırılmıştır.

1.6.Tanımlar

Metaverse

Metaverse, fiziksel gerçeklik ve sanallığın birleşimi olan içerisinde birden çok kullanıcının olduğu sürekli ve kalıcı bir gerçeklik ötesi evrendir. İçerisinde birçok ileri teknolojiyi barındıran kullanıcıların dünyalar arasında seyahat edebileceği sanal dünyalar ağıdır (Mystakidis, 2022).

Yapay Zeka

Bilgisayarlar veya ona bağlı çalışan araçların, anlamdırma, akıl yürütme, genelleme yapabilme, deneyimleme ve öğrenme gibi zihin faaliyetlerini yapabilme yeteneğidir (Nabiyev, 2016). İnsan zekasını taklit edebilen ve edindikleri veriler ile kendisini geliştirebilen sistem ya da makinelerdir (Ocı, t.y.).

Blok Zinciri (Blockchain) Teknolojisi

Barındırdığı ağ yapısı ile herhangi bir verinin genel blok zincirine katılmasına, ayrılmasına, okumasına olanak tanıyan, farklı sistemler arasında birlikte çalışabilirlik prensibinde ve merkezi olmayan bir yapıya sahip teknolojidir (Tang vd., 2022). Verilerin sürekli eklenmesi zincir yapısını oluşturmaktadır. Zincirdeki verilerde silinme ya da değişiklik yapılamaması güvenli bir veri depolama sistemi olmasını sağlamaktadır (Ledger, 2022).

Avatar

Bilincin yeni bir forma aktarıldığı, insan vücudundan dijital bir temsile olan modern geçiş hareketidir (Dionisio vd., 2013). 18. yüzyılın sonunda tanrının dünyaya inişine atıfta bulunmak üzere Sanskritçe bir kelime olan “iniş”ten türemiştir. Tanrının dünyevi bir enkarnasyonu olarak kullanılmıştır. Sonrasında teknoloji çağında başka bir kullanım amacı geliştirilmiş olup bir kişinin elektronik ortamda seçtiği beden anlamında kullanılmıştır (Merriam-Webster, 2022).

Hologram

Hologram teknolojisi, kamera veya gözlük gibi herhangi bir özel ekipman kullanılmadan herhangi bir açıdan görülebilen üç boyutlu bir projeksiyondur. Bir nesneden yayılan ışığı kaydeden ve onu üç boyutlu bir şekilde yansıtarak sunan bir fotoğraf tekniği sonucu oluşmaktadır (Teknoloji Org, 2021).

Dijital İkiz (DT)

Dijital İkiz (DT) teknolojisi, yapay zeka yardımı ile istenilen özelliklere sahip nesnelerin dijital modellerini oluşturmaktadır (Fernandes, 2022). Fiziksel bir nesneyi doğru bir şekilde yansıtmak için tasarlanmış bir sanal modeldir. Bu nesne çeşitli sensörlerle donatılmaktadır. Sensörler ile nesneye ait veriler toplanmakta ve bu veriler bir sisteme aktararak dijital kopyasının oluşturulması sağlanmaktadır. Bunun sonucunda oluşturulan çeşitli simülasyonlar ile performans analizi yapılmaktadır. Mevcut duruma ait iyileştirmelerin geliştirilmesi ve bunların fiziksel nesneye geri uygulanması sağlanmaktadır (Ibm, t.y.).

World Wide Web (www)

İnternet üzerinde yayınlanan birbirleriyle bağlantılı web sayfalarından oluşan bir bilgi sistemidir (Wikipedia, 2021).

2. METAVERSE VE METAVERSE'Ü ETKİN KILAN TEKNOLOJİK KAVRAMLAR

2.1.Sanal Evrenlerin Tarihsel Gelişimi

Metaverse'den bahsedebilmek için öncelikle Metaverse öncesi oluşan sanal evrenlerin tarihsel gelişimine bakmak gerekmektedir. Bu tarihsel gelişimi 1970'lerden itibaren olmak üzere 1980'ler, 1990'lar, 2000'ler ve 2010 sonrası olmak üzere beş aşamaya ayırabiliriz (Dionisio vd., 2013).

Birinci aşama olarak Metaverse'ün ilk versiyonu adıyla tanımlayabileceğimiz ilk sanal evren deneyimi 1970'lerin başlarında tek oyuncu ile başlamış olup sonlara doğru bir tür çok oyunculu oyun halini almıştır. Bu oyunlar sadece metin tabanlı olarak oynanmıştır. Macera ve sosyal temalarla oynanan bu çevrimiçi platformda hareket ve iletişim komutlarla sağlanmaktadır. Tek oyunculu oyunlarda verilen metin üzerinden “evet” ya da “hayır” seçenekleri gibi komutlar ile ilerleme sağlanmaktadır (Soyseçkin, 2007). Örnek olarak *Fantasy Role Playing* isimli oyunda ana malzeme olarak oyuncunun hayal gücü kullanılmaktadır. Burada oyunun gidişatı oyuncuların kendilerinin aldıkları kararlar doğrultusunda ilerlemektedir (Yücel, 2022). Sonrasında ortaya çıkan çok kullanıcıli metin tabanlı oyunlarda ise platforma girildiğinde öncelikle kişinin bulunduğu ortam tanımı görülmektedir. Sonrasında etkileşim için “bak, söyle” gibi yerleşik komutlar yazılarak iletişim sağlanılmaktadır (The Fast Code, 2020).

```
-- Puppet Bunkroom -- (#900R)

A cozy, well lit room with rust colored shag
carpeting--quite a contrast to the hall outside. Unlike
the dirt so easily found outside, the walls here are
sheetrock, painted a friendly shade of sky-blue. Two
pairs of bunkbeds line both the near wall (to the left
of the door) and ... Type 'more' to read more.

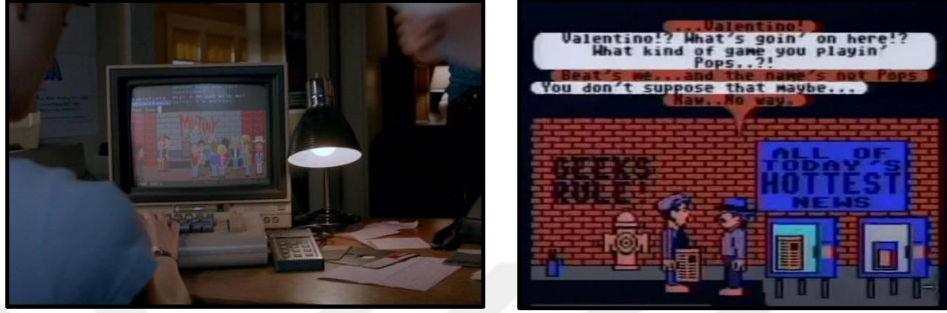
Contents : George (#9030ps)
          Robin (#882s)
          Bunkbeds (#917)

Exit(s) : Door <D> : Closet <C> :
```

Resim 2.1: Metin tabanlı oyun (The Fast Code, 2020)

Sanal evren gelişiminde ikinci aşamada 1980'lerde gelişen teknoloji ile sadece metin yerine renkli grafiklerin de kullanıldığı sanal dünyalar yaratılmıştır. Buna örnek olarak verilecek Habitat, sanal ortamın ilk yüksek profilli ticari uygulaması olarak görülmektedir. Sadece metin ekranından uzak grafiksel bir arayüz içermektedir. Buna

örnek olarak verilecek *Habitat* oyununda kullanıcıların dijital ortamdaki varlıklarını tanımlamaları için ilk kez “avatar” terimi kullanılmıştır (Dionisio vd., 2013). *Habitat* yazılımında ana hedef insan ve deneyimi olarak oluşturulmuştur. Oyuncular avatarlar ile temsil edilmektedir. Oyun içerisinde para birimi olarak jeton kullanılmaktadır. Gerçek hayatta olduğu gibi ev ve işyerlerine sahip olunabilmektedir (Free Game Tips, 2020).



Resim 2.2: Habitat sanal evren yazılımı (Free Game Tips, 2020)

Sanal evrenlerin tarihsel gelişimindeki üçüncü aşama ise 1990'ların ortalarında başlamıştır. 1994 yılında hayatımıza giren ve teknoloji endüstrisi adına çok önemli bir buluş olan World Wide Web ile sanal evrenlerin üçüncü aşamasına geçildiği gösterilmektedir. Bu internet ortamı gerçek zamanlı olarak kullanıcı tabanlı katkı sağlanabilen çevrimiçi ortamları halka açık olan ilk sanal dünya özelliği olan bir platformdur. İnternetin hayatımıza girmesinden itibaren çevrim içi oyunlarda da çeşitlilik yaşanmıştır. Web 1 olarak tanımlanan bu dönemde grafik görüntüleri ile fark yaratan gelişmiş oyunlardan biri olan *Age of Empires* strateji içeren bir oyun olarak piyasaya sürülmüş olup zamanla geniş çaplı bir oyuncu kitlesine ulaşmıştır. Taş devrinden Demir Çağı'na kadar askeri güç oluşturarak ilerlemeyi sağlayan ve kaynak oluşturmak için de oyundaki vatandaşların kullanıldığı internet üzerinden oynanabilen çok kullanıcılı bir sanal oyun olma özelliğini taşımaktadır (Vikipedi, 2022).

Milenyumdan sonra gerçekleşen dördüncü aşama ise internette yaşanan gelişmeler sonucu ortaya çıkmıştır. Bu gelişmeler Web 2 dönemine geçiş olarak da nitelendirilebilir. Burada artık gerçekçiliğin ön planda olduğu oyunlar görülmektedir. Nitekim bu zamanda *The Sims Studio* mimari bir modelleme hizmeti sunan bir oyun olarak karşımıza çıkmaktadır. Mimari yapı elemanlarından tefrişlere kadar olan ayrıntılarla oyun içerisinde tasarım imkanı sunmaktadır. Sonrasında bu oyunun daha gelişmiş versiyonu olarak ortaya çıkan *SimCity* oyununun ise farklı tasarım hareketleriyle deneyimleme imkanı sunması ve çevrimdışı olarak çalışabilmesi

farklılığını ortaya çıkarmıştır. Zaman içerisinde web ile birlikte fiziksel ortamdaki etkileşim boyutları da gelişerek Metaverse'ün daha da güçlenmesini sağlamıştır (Karakoç, 2022).

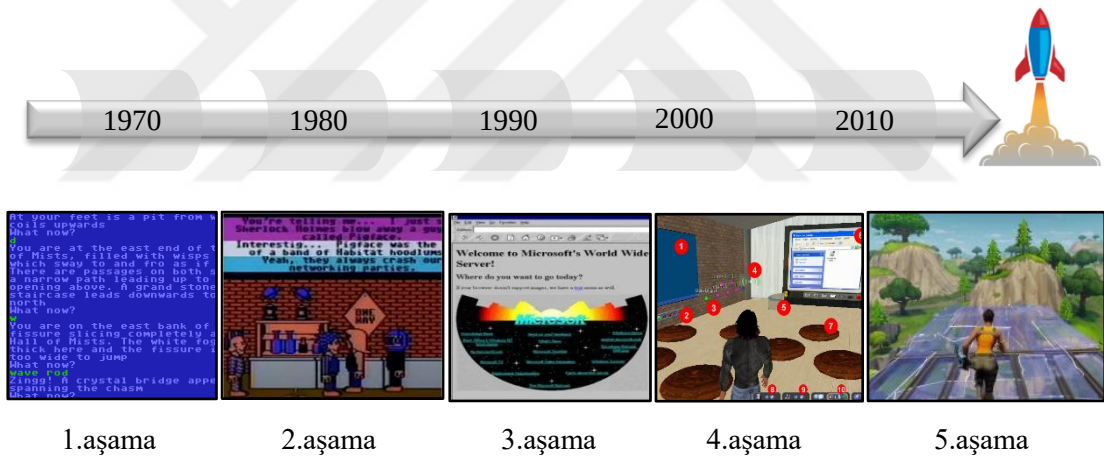
Bu aşamalardan sonra internette Web 3 teknolojisine geçişte basamak olarak nitelendirilebilecek, merkeziyetsiz platformlarda bulunan üç boyutlu sanal evren oyunlarına geçildiği görülmektedir. Bu geçişte rol alan platformlardan biri olan ve gelişmiş üç boyutlu sanal evrenlerin bulunduğu Second Life isimli internet tabanlı bir sanal dünyanın bulunduğu görülmektedir. Burada oyun içerisinde kendi sanal ekonomisine sahip olmakla kalınmayıp aynı zamanda oyun içerisinde kazanılan para gerçek hayatta da kullanılabilir. Sanal dünya içerisinde düzenleme yapma, harici olarak oluşturulan 3B nesneleri sanal ortama aktarmak gibi faaliyetlerin yanı sıra kurumsal şirket ve eğitim kurumları için de kullanılabilir olması o dönem içerisinde bir ilk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu dönemde ticari sanal dünyalara, kullanıcı tabanında genişleme olması, içerik oluşturma araçlarının gelişimi ile fiziksel dünyadan büyük kurumların katılımında artma olmuştur. Sanal gerçekçiliği daha yüksek düzeyde grafiklerle yaşamak için bu dönem sonrasında bir çaba olmuştur. 2009'da piyasaya sürülen Blue Mars oyunu ile de yüksek düzeyde bir grafik sunulmuştur (Dionisio vd., 2013). İçerik ekleyebilme bakımından Second Life'a benzer özellik taşımaktadır. Başkalarıyla sohbet edebilme, oyunlar oynama, avatar giydirme gibi faaliyetler yapılabilir. Daha fazla grafik elde etme adına olan talep bazı sistem gereksinimlerini içerdiğinden ve hedef kullanıcı için uygun maliyetten uzak olması bu girişimin yeniden yapılandırılmasını gerektirmiştir (Traveling the Multiverse, t.y.).



Resim 2.3: Blue Mars oyunu (Traveling the Multiverse, t.y.)

2007'de başlayıp devam eden beşinci aşama ise üç boyutlu sanal dünyaların geliştiği, Web 3 teknolojilerini barındıran ve merkeziyetsizliği içeren sanal dünyalardan

oluşmaktadır. Second Life ve Blue Mars birleşiminin beşinci aşamaya geçilmesinde önemli bir etken olduğu belirtilmektedir. İlk açık kaynaklı sanal dünya sistemi 2009 yılında sürümü gerçekleşen Solipsis yazılımıdır. Bağımsız bir sanal dünya yaratmayı amaçlamaktadır. Sonrasında bulut bilgi işlem sanal dünya ana bilgisayarları ve sosyal ağda kimlik doğrulama gibi yeni entegrasyonlar olmuştur. Bu tür faaliyetler ve görüntüleyiciler ve sunucular üzerinde devam eden çalışmalar ile sanal dünyalar için açık kaynaklı bir geliştirme aşamasına girilmiştir (Dionisio vd., 2013). Sanal platformların sayısı giderek artmıştır. 2017’de sürümü olan Fornite oyunu ise oyuncuların binalar yapmasına yeni alanlar keşfetmesine olanak tanımaktadır. Covid 19 pandemisinde bu oyun platformu aynı zamanda konserlerin gerçekleştirildiği ve insanların etkileşimde bulunduğu bir alan olarak kullanılmıştır. 2018’de piyasaya sürülen Decentraland oyunu ise kendi içinde ekonomisini Ethereum kripto para birimi ile sağlamaktadır. Bu platform da araziler, avatarlar, giyilebilir cihazların satın alınabilip kullanıldığı yaratıcı bir ekonomik sisteme sahiptir (Yücel, 2022).



Şekil 2.1: Sanal Evrenlerin Tarihsel Gelişimi

Günümüzde çok oyuncunun olduğu ve oyuncuların özel avatarları ile temsil edildiği, dijital ekonomi, eğlence mekanları, alışveriş mağazaları, dijital binaları içeren sanal dünyalar topluluk geliştirmeye devam etmektedir. Bu sanal dünyalardan başlıcaları Farmersworld, Roblox, Fornite, The Sandbox, Axie Infinity, HyperVerse, Somnium Space, UFO Gaming, Star ATLAS ve Decentraland olarak örneklendirilebilir.

2.2. Metaverse'ün Doğuşu

Kelime anlamı olarak Yunancada “sonrası” anlamında olan *meta* ve İngilizcede “evren” anlamında olan *universe* kavramlarının birleşimi olarak düşünüldüğünde Metaverse “evren ötesi” olarak ifade edilmektedir. Günümüzde Metaverse’e ait birçok tanım bulunmaktadır. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

Lik-Hang Lee, Tristan Braud ve arkadaşlarına göre Metaverse, dijital ortamlardaki kullanıcıların birbirleriyle etkileşime geçilmesini sağlayan bir sanal alandır (Lee vd., 2021).

Huansheng Ning, Hang Wang ve arkadaşlarına göre Metaverse, çeşitli teknolojileri barındıran yeni bir internet ve her kullanıcının içerik üretmesini sağlayan sosyal bir formdur. Metaverse de AR kullanılarak benzersiz bir deneyim sunulmakta olup blok zincir teknolojisi sayesinde sanal-gerçek dünya arasında ekonomik bir sistem kurulmaktadır. Bunları yaparken de dijital ikiz teknolojisi kullanılarak gerçek dünyanın ayna görüntüsü oluşturulmaktadır (Ning vd., t.y.).

Jackie Wiles’a göre Metaverse; Bir cihaza bağlı olmayan, birden çok teknolojinin olduğu, dijital para birimleri ve Nitelikli Fikri Tapu (NFT)’ları içeren bağımsız bir sanal ortamdır. Metaverse’ün içerdiği teknolojilere örnek olarak Artırılmış Gerçeklik (AR), AR Bulutu, Yapay Zeka (AI), 5G ve Nesnelerin İnterneti (IoT) örnek olarak verilebilir (Wiles, 2022).

Yukarıdaki farklı tanımlamaları genel hatlarıyla ele aldığımızda Metaverse’ü, dijital ortamda etkileşim imkânı tanıyan üç boyutlu internet olarak tarif etmemiz mümkündür. Bu platformun gerçek dünya ile bir geçirgenlik içerisinde olması onun sadece sanal düzlemde var olmadığını göstermektedir. Metaverse içerdiği ister sanal ekonomisi ile ister sosyal organizasyonları ile dijital dünyadaki her hareketi gerçek fiziksel ortama yansıtmaktadır.

Metaverse kavramının isim babası olarak tanımlanan Neal Stephenson 1992 yılında kaleme alınan “Snow Crash” adlı bilimkurgu romanının 28.sayfasında ilk kez bu kelimeyi kullanmıştır. Metaevren olarak ilk kez karşımıza çıkan bu kavram bir bilgisayar ürünü evrendir. Roman içeriğinde insan yaratılışı ve sanal dünya konuları üzerinden gerçek hayatla bağlantı kurulması konu edilmektedir (Stephenson, 2016). Snow Crash romanındaki Metaverse’ün gerçek dünya ve dijital ortamların kopyası olduğu belirtilmektedir. Sanal ortamda alternatif bir yaşamı deneyimlerken herkes

bireysel avatarlara sahiptir (Lee vd., 2021). Bundan neredeyse otuz yıl sonra Mark Zuckerberg'in Ekim 2021 tarihli açıklamasında şirket ismini Facebook'tan Meta'ya değiştirmesi Metaverse kavramını tekrar gündeme getirmiştir. Meta ismi ve geleceğin iletişim şekli ilk kez bu açıklama ve görsel şov ile dünyaya gösterilmiştir. Hologramlar ve avatarlar ile birbirinden uzak coğrafyada olan insanların basitçe etkileşime girmelerini anlatan Metaverse temasıyla karşımıza çıkmıştır. Bu açıklamadan sonra kavram dünya genelinde bir popülerliğe ulaşmıştır. Google arama motorunda Metaverse teriminin dünya genelinde aranmasına yönelik oluşturulan tabloda (Bkz.:Şekil 2.2.) Kasım 2021 yılından itibaren kısa süre içerisinde popülerliğinin en yüksek noktaya ulaştığı ve Türkiye'nin de bu sıralamada ikinci olduğu görülmektedir (Google, 2022).



Şekil 2.2: Google “Metaverse” terimine zamana bağlı gösterilen ilgi ve ülkeler sıralaması (Google, 2022)

Yeni iletişim platformunda kullanıcılar günlük yaşantıdaki sosyal sıkıntılar, zaman, trafik ve fiziksel engeller gibi kısıtlayıcılar olmadan istenilen zamanda istenilen yerde kolayca olunabilme ve çeşitli aktivitelerde bulunabilme kolaylığı sağlamıştır. İçerisinde birden çok evreni barındıran ve çeşitli evrenlerde bulunabilme avantajı sağlayan bu platformlardaki iletişim pandeminin azaldığı zamanlarda da devam etmiş olup kullanıcılar için yeni bir oluşum ve iletişim aracı olmuştur. Metaverse de sanal dünya tüm kullanıcılar tarafından modellenebilir ve değiştirilebilir özelliktedir.

İçerisinde birçok ileri teknolojiyi barındıran bu platformda sanal gerçeklik başlıkları ile birçok kullanıcıyla sanal ortamda beraber olabilme deneyimi yaşanması ilk olarak oyun sektörüyle karşımıza çıkmıştır. Kullanıcıların dünyalar arasında seyahat edebileceği sanal dünyalar ağı olarak tasarlanmıştır. Günümüzde ise Metaverse çok oyunculu çevrimiçi video oyunları ve AR ortak çalışma alanlarını içeren bir sanal evren olarak yapım aşamasındadır. Burada üç boyutlu hologramlar ile

herhangi bir kısıtlama olmadan diğer avatarlar ile etkileşime geçilebilecektir (Mystakidis, 2022).

Metaverse'ün gerçek dünyayı üç boyutlu yansıtma aracı olarak görülmesi ve geniş bir yelpaze kullanım alanının olması gerçek dünyanın inandırıcı bir resminin yaratılması için de etkili bir unsur olarak görülmektedir (Hemmati, 2022). Bununla birlikte gerçek bir Metaverse deneyiminin olmazsa olmaz unsurları bulunmaktadır. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

- Hızlı veri akışı için internetin 5G olması gereklidir.
- Web 3.0 ve Blok zincir teknolojisi tamamen kullanılabilir olmalıdır.
- Yapay zeka kullanımı artmalıdır.
- Sanal ekonomide kripto varlık birimleri düzenlenmeli ve herkesin bir dijital cüzdanı olmalıdır.
- Sanal evrende gerçek hayat temsillerimiz olan avatarlarımız şu an sadece gövde görünümünde ibarettir. Tam vücut olarak fiziksel ortamdaki hareketlerimizin sanal ortama yansımalarının olmaması sensör yetersizliğinden dolayıdır. Bunun için görüntü teknolojilerinin geliştirilmesi gereklidir.
- Sanal başlık ekipmanlarının daha küçük, hafif ve ergonomik olması gereklidir.
- Metaverse'ün ihtiyaç duyduğu bütün teknolojiler aşırı elektrik kullanımı gerektirdiği için yenilenebilir enerjinin kullanımda olması gereklidir.
- Metaverse'ün sınırsız imkân tanıyan bir ortam olması kaotik bir ortama da dönüşebileceği için fiziksel dünyada olduğu gibi burada da etik, ahlak, hukuk ve ticari açıdan yasal düzenlemeler olmalıdır (Tarhan,2022).

2.3.Metaverse Kullanım Alanları

Amerikan araştırma, bilgi teknolojisi firması olan Gartner' a göre 2026 yılına kadar iş, alışveriş, iletişim, eğlence, eğitim alanlarında insanların %25'inin Metaverse'de günde en az bir saat geçirmesi beklenmektedir (Litan, 2022). Sanal evrenlerde vakit geçirmeye yönelimin olması farklı sektörler açısından çeşitli kullanım alanlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Aşağıda Metaverse'ün çeşitli sektörlerdeki kullanım alanları sıralanmıştır.

2.3.1.Eğitim Sektörü

İki boyutlu eğitimde günümüzde bazı zorluklar yaşanmaktadır. Bu zorluklardan biri kişiselleştirme seçeneğinden yoksun bir görüntü ile temsil edilmektir. Kişilerin görüntülerini özelleştirme anlamında herhangi bir seçenek hakkı yoktur.

Bununla beraber 2 boyutlu eğitimde katılımcıların hareketleri sınırlı olmaktadır. Yöneten başlatmadıkça eğitim başlayamamakta ve aktif katılım sağlanamamaktadır. Eğitim sırasında iletişimde ise sadece emojiiler aracılığı ile duygular ifade edilebilmektedir. Dinamik olmaktan uzak bir ortam olduğu için de uzun süreli yapılan toplantılar, eğitimler katılımcılarda dikkat dağılmasına sebep olmaktadır (Mystakidis, 2022). Metaverse de sanal ortamda gerçeğe yakın görüntülerin oluşturulması ile öğrencilere simülasyon deneyimi yaşatılarak eğitime katkıda bulunulabilmesi günümüzdeki eğitim sektöründe karşılaşılan zorlukları aşabilme imkanı tanımaktadır (Ning vd., t.y.). Eğitim öğretimin dijital platformlara taşınması gelecekteki dijital senaryolar için bir dönüm noktası oluşturmuştur. Genişletilmiş Gerçeklik ve Metaverse'ün öğrenim üzerine olan katkısı beraberinde gelecekte ne gibi zorluklar da karşılaşılabileceğini ortaya koymaktadır. Eğitimde sanal gerçeklik metodunu kullanıp görüntü ve ses efektleri ile daldırma sağlatılarak kaliteli bir sanal deneyim uygulamak için ekipmanlara ihtiyaç vardır. Maliyetin yüksek olması burada dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra öğreticilerin gerekli eğitime sahip olmamaları da karma gerçekliğin kullanılmasının teknoloji ve pedagoji alanında iyileştirmeler ile mümkün olacağına işaret etmektedir (Rodriguez ve Javier, 2022).

2.3.2.İş ve Yönetim Sektörü

Metaverse ile çalışma hayatının uzaktan gerçekleştirilebilmesi ekiplerin koordinasyonu konusunda etkili olacaktır. Metaverse teknolojisi ile ekipler arası iletişimin ve çeşitli etkinliklerin gerçekleştirilebilir olması üretkenlik konusunda da artışa geçilmesini sağlayacaktır (Analytics Vidhya, 2022). Çalışanların fiziksel ofislerdeki varlık ihtiyaçlarında azalma olurken sanal ortamdaki etkileşim güçlerinde artma yaşanacaktır. Sanal ofislerin ortaya çıkması ve Metaverse teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, ortak çalışma alanlarındaki iletişim ve iş birliği sanal gerçeklik cihazları aracılığıyla gerçekleştirilecek ve geleneksel ofis modası geçecektir. Sanal avatarlar ile sanal toplantılar gerçekleştirilecektir (Pixelplex, 2022).

2.3.3.Finans Sektörü

Günümüzde Metaverse'ün sanal alemden daha çok gerçek dünya piyasasında etkisi hissedilmektedir. Metaverse teknolojisi ile WFA (World Federation of Advertisers) Dünya Reklamcılar Federasyonu tarzında uzaktan çalışma sistemiyle ülkeden ayrılmadan başka ülkelerde iş bulma fırsatı sağlayabilir. İnsan Kaynakları, eğitim, satış-pazarlama gibi alanlarda istihdam ve yeni deneyimler kazandırılabilir. Bu

sebeple ekonomi anlamında genel bir büyümenin kaçınılmaz olarak gerçekleşebileceği belirtilebilir (İlyina vd., 2022).

2.3.4. Gayrimenkul Sektörü

Metaverse'ün temel özelliklerinden biri, bir müşteriye nihai sanal gerçeklik deneyimini sağlama yeteneğidir. Bu şekilde mülk satışı kadar kazançlı bir pazarda satılık ya da kiralık binaların görüntülenmesi için bu teknolojinin kullanımı avantajlı bir seçenektir (Pixelplex, 2022). Gayrimenkul pazarlamacıları, Metaverse platformlarını kullanarak müşterilerin bir seçim yapmadan önce son olarak yapıyı görmelerine izin vererek bu avantajdan yararlanabilir. Ortam müziği, anlatım ve ışık ve ses efektleri gibi çeşitli multimedya özellikleri de gerçekleştirilecek SG turlarına dahil edilebilir. Bu özellikler kullanıcı adaylarına yol koşulları veya ortamın ambiyansı gibi çeşitli değişkenler hakkında bilgi verirken aynı zamanda yolculuk süresini de sıfıra indirir (Insights2Techinfo, 2023).

2.3.5. Kültürel ve Sosyal Faaliyetler

Sanal seyahatlar yeni bir turistik faaliyet alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ziyaretçiler 5G ve sanal, artırılmış yada karma gerçeklik teknolojilerini kullanarak Metaverse platformlarında gezi planlamaları yapabilecek ve deneyimlerde bulunabilecektir. Buna ek olarak, dijital avatarları kullanarak grup olarak hareket edebilir ve böylelikle sanal ortamda güçlü bir etkileşim ortamını paylaşabildikleri için de güçlü bağlar geliştirebilirler. (Analytics Vidhya, 2022). Buna ek olarak potansiyel ziyaret noktalarının önceden deneyimlenme imkanı da bulunmaktadır. Örnek olarak Thomas Cook, potansiyel turistlerin tatil yerlerini sanal gerçeklikte ziyaret etmelerine olanak tanıyan Sanal Gerçeklik Tatili olarak "Uçmadan Önce Deneyin" hizmetini başlatmıştır. Bu hizmeti deneyimleyen müşterilerin, gerçek bir seyahate çıkmak isteyip istemediğine karar vermesi sağlanmıştır. İnsanların sanal gerçeklikte 5 dakikalık bir yolculuğa çıkması deneyimi sonrasında New York'ta rezerve edilen tur sayısının ikiye katlandığı belirlenmiştir. Böylelikle gerçekçi içerikle dolu bir dijital alan, kısmen geleneksel turizmin yerini alacak bir ürün haline gelecektir (Pixelplex, 2022).

Sosyal faaliyetler odaklı bakıldığında sosyal medya platformlarının, iki boyutlu bir ekolojiden dijital bir metaevrene dönüştüğü görülmektedir. Metaverse, kullanıcılara, mevcut mesajlaşma hizmetleri ve sosyal medyanın aksine, neredeyse yüz yüze iletişim gibi hissettiren, oldukça yüksek düzeyde bir daldırma sağlamaktadır. Bunun yanı sıra Facebook gibi sosyal medya platformlarının bu etkileşimi artırmak

adına Metaverse'e bir basamak olan yeni sanal gerçeklik özelliklerini kullanıma sunulmasına yönelik çalışmaları bulunmaktadır (Analytics Vidhya, 2022). Bunun dışında Metaverse kullanımının en önemli parametrelerinden birisi olan istenilen zamanda istenilen yerde olma özgürlüğü fiziksel erişilebilirlik açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda engelli bireylerin daha özgür hareket edebilmesine fırsat tanıma ve fiziksel dünyadaki sınırlamalardan uzaklaştırarak deneyimlerini daha konforlu hale getirme konusunda kolaylık imkanı sunması Metaverse teknolojisinin önemli bir katkısıdır. (İlyina vd., 2022).

2.3.6.Dijital Pazarlama ve Reklam Endüstrisi

Yeni medya araçları mesaj üreterek izleyici zihnini etkileme aracı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde çoğunlukla tanıtım araçları olarak yeni medya kullanılmaktadır. Burada yapılmak istenilen kültürel verilerin hedeflenen zihne gönderilmesi ve orada bir imaj yaratılmaya çalışılmasıdır. Bu şekilde gerçek dünyanın taklidi edilerek ya da onun manipüle edilerek izleyicilere yansıtılması kolaylıkla gerçekleştirilebilir (Hemmati, 2022). Bunun dışında farklı kolaylıklar sağlaması ve farklı kanallar açması ile de reklam alanının bir diğer basamağı olan pazarlama alanında da gelişme sağlayacaktır. Bu kapsamda Web 3 ve Metaverse'ün, kuruluşlar için marka imajı geliştirmede ve pazarlamada büyük ölçüde fayda sağlayacağı öngörülmektedir (Kshetri, 2022).

2.3.7.Dijital Eğlence ve Oyun Endüstrisi

Metaverse, çevrimiçi eğlencenin yöneldiği yerdir. Eğlence, çevrimiçi oyun ve sosyal ağ platformlarından spor etkinliklerine, konserlere ve televizyon programlarına kadar her şeyi içerir. Genellikle bu etkinliklerde daha samimi bir deneyim yaşanmaktadır. Çünkü gerçek dünyaya göre genellikle daha sürükleyici ve katılımcı bir ortam bulunmaktadır. Metaverse kullanılan oyunlar, oyunculara daha gerçekçi ve sürükleyici bir oyun deneyimi sunduğu için popülerlik kazanmaktadır. Metaverse projelerinin geliştirilmesi için kazan-oyun oyun dalgasının gelişimi önem arz etmektedir (Analytics Vidhya, 2022). Metaverse teknolojisi ilk olarak bilgisayar oyunları dünyasında uygulandığı ve böylelikle sanal bir birlikte çalışılabilirlik ortamı yarattığından dolayı oyun endüstrisi, Metaverse teknolojisinin temel yatırımcılarından ve yaygınlaştırıcılarından biri olarak görülmektedir (Pixelplex, 2022).

Bunların dışında farklı ihtiyaçlara göre genel, özel ve karma yaşam türlerinde Metaverse ile insanlar etkileşime geçebilecekler. Örnek olarak şirketler için genel bir

ihtiyaç kullanımında ve çalışmayı kolaylaştırmada birçok fayda sağlayacaktır. Özel kullanımda ise kullanıcıların farklı türde ve daha kolay iletişimde bulunmalarına imkân sunacaktır. Metaverse'ün gerçek yaşantımızla iç içe olması karma bir ortam yaratır ve bu etkileşim sürecinde insanlar daha rahat olup duygularını kolayca ifade edebilir ve iletişimi güçlendirebilir. Ev ortamından çıkmadan daha az stresin olduğu bir etkileşim ortamı yaratabilir (İlyina vd., 2022).

2.4. Metaverse'ün Teknoloji Yol Haritası

Sanal evren platformunda yeni teknolojilerin popüler olması beraberinde bazı altyapı ihtiyaçlarını doğurmuştur. Kesintisiz olarak bilgi işlemin sürdürülmesi, verilerin gizlilik ve güvenliklerinin sağlanması gibi temel hususları gerekli kılmıştır. Metaverse yüksek kapasite ve güvenlik ile her yerde hızlı bağlantı sağlama üzerine kurulu çok kullanıcı bir platform olma konusunda değişmez ihtiyaçlara sahiptir. Kullanıcıların sorunsuz deneyim yaşamaları için tam kapsam algılama, hesaplama, güvenli önbellek, gelecekteki 6G ağ bağlantısına entegrasyonda dikkat edilmesi gereken hususlardır (Tang vd., 2022).

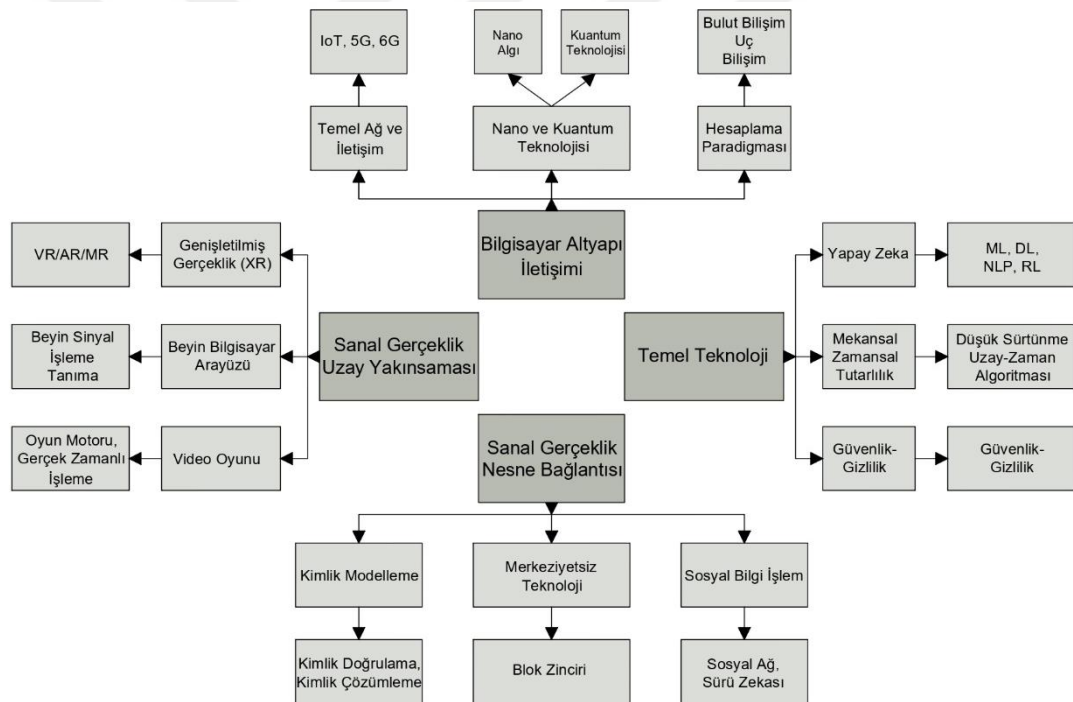
Metaverse'ün içerdiği teknolojiler kapsamında teknoloji yol haritası hazırlanmıştır (Mozumder vd., 2022). Tablo 2.1'de görüldüğü üzere bu yol haritası A-Bilgisayar Altyapı İletişimi, B-Temel Teknoloji, C-Sanal Gerçeklik-Nesne Bağlantısı ve D-Sanal Gerçeklik-Uzay Yakınsaması başlıkları ve alt başlıkları olarak aşağıda açıklanmaktadır.

Bilgisayar Altyapı İletişimi: İnternet, nano-kuantum gibi teknolojiler ve hesaplamalı paradigma Metaverse'ün temel altyapısı olarak açıklanmaktadır.¹ İnternet bağlantısının temel kaynağı olduğu için altyapı olarak vazgeçilemez bir parametredir (Mozumder vd., 2022). Kuantum teknolojisi de gönderici ve alıcı arasında olası bir güvenlik açığının fark edilmesi bunun giderilmesi bakımından önemli bir etken olarak Metaverse altyapısında yer almaktadır. Aynı zamanda nano-teknoloji gibi alanlarda yapılan çalışmalar için de üretkenlik ve hız açısından Metaverse'ün daha iyi hale getirilmesinde etkili olabileceği belirtilmektedir (Mücerret, 2022). Nesnelerin İnterneti (IoT) ise nesnelerin internet aracılığıyla birbirleriyle iletişim kurması olarak

¹ Kuantum; kuantum enformasyon teknolojilerini, quantum elektro mekanın sistemlerini, quantum elektroniklerini, quantum optik/gözlük vs teknolojilerini kapsayan bir teknoloji türüdür (Mücerret, 2022).

tanımlanmaktadır. Daha çok küçük cihazlar, yapay zeka, sensörler ve aktif etkileşim içerikleriyle çalışan bir teknolojidir. Elektronik aletlerin uzaktan izlenip kontrol edilebilmesini, akıllı nesnelerle olan kablosuz iletişimi sağlayıp insanların yaşam kalitesini artırmayı sağlamaktadır (Veeraiah vd., 2022). Metaverse altyapı teknolojilerinden bir diğeri olan Uç Bilişim veri işlemeyi, veri depolamayı veri kaynaklarına yakınlaştıran, işlem sürecini, veri trafiğini dağıtılmış bir bilgi işlem paradigması ile çözen bir teknolojidir (Damar, 2021). Veri tabanlarına, yazılımlara, donanımlara sahip olmak yerine bu hizmetlere internet üzerinden ya da buluttan erişmeyi sağlayan sistem Bulut Bilişim olarak tanımlanmaktadır. Bulut bilişim bilgisayar teknolojilerinin gelişimi için hız, ölçeklenebilirlik ve esneklik sağlamaktadır (OCI t.y.).

Tablo 2.1: Metaverse teknoloji yol haritası (Mozumder vd., 2022)



Temel Teknoloji: Temel teknolojiler yapay zeka, mekansal-zamansal tutarlılık ve güvenlik-gizlilik başlıklarını içermektedir. Yapay zeka belirli aşamalardan oluşmaktadır. Bunlar; Doğru Avatar, Dijital İnsan, Uzamsal Zaman Algoritması, Metaverse Güvenliği ve Gizliliğidir. Sanal dünyada gerçekçi simülasyonların olması için yapay zeka motoru ile yüz ifadeleri, saç stilleri ve duygu mimikleri verilip doğru avatarlar oluşması sağlanabilmektedir. Yapay zeka kullanılarak oluşturulan meta veri tabanında bulunan “Dijital İnsan” kavramı ise üç boyutlu sohbet robotları olarak

adlandırılmaktadır. Yapay zekada sonuçlar istenilen dile çevrilebilmekte ve buna küresel ölçekte herkes erişebilmektedir. Uzamsal zaman algoritması ise insanların sanal şehirlerde nasıl ve neden bulunduğuna yönelik çalışıp Metaverse'deki kentlerin tasarlanması ve yönetilmesinin daha verimli ve adil olması adına prosedürler geliştirmektedir. Bu sistemlerin güvenliği ise yapay zeka teknikleri sayesinde, ülkelerde farklı kişisel verilerin işlenmesi ile sağlanmaktadır (Mozumder vd., 2022).

Sanal Gerçeklik-Nesne Bağlantısı: Kimlik modelleme, merkeziyetsiz teknoloji, sosyal bilgi işleminden oluşmaktadır. Sanal dünyada kullanıcı kimlikleri tanımlanabilir ve blok zinciri ile merkeziyetsizliğini sağlayan bir yapıda olmalıdır. Merkezi olmayan depolamanın ise merkezi olmayan hesaplama ve merkezi olmayan veri tabanı ile bütün kullanıcıların yönetimde olduğu başkası tarafından değiştirilemeyen özellikte ve her zaman erişilebilirlik sağlayan bir sistem olduğu belirtilmektedir (Mozumder vd., 2022).

Sanal Gerçeklik-Uzay Yakınsaması: Genişletilmiş Gerçeklik, Beyin-Bilgisayar Arayüzü ve Video Oyunları kapsamında değerlendirilmektedir. Beyin-bilgisayar arayüzü ile sinyallerin alınması ve daha fazla yorumlanabilecek bir sisteme gönderilmesi söz konusudur. Belirli bir amaç var ya da yoksa bunların özelliklerinin izi çıkartılıp sonrasında analiz edilerek kullanıcı amacı ortaya çıkartılmaktadır (Mozumder vd., 2022).

Yeni nesil evren ötesi platformda kullanıcıların gerçekçi ve sorunsuz bir etkileşim yaşamaları için bazı unsurların sağlanmış olması gerekmektedir. Bu unsurlar aşağıda açıklanmaktadır:

a. Daldırma

Daldırma tanımı evrene dalmış hissi oluşmasını tanımlamaktadır. Deneyimlerde meta evrendeki nesnelerin dokunulabilir ve hissedilebilir olması daldırma seviyesini etkilemektedir (247 News Bulletin, 2021). Günümüzde kullanılan başlıklar aracılığı ile sürükleyici dijital ortam deneyimi gerçeğe çok yakındır. Sürükleyici gerçeklik ile sanal dünyadaki kullanıcılar bulundukları ortamda yeterince gerçekçi olma duygusunu yaşamaktadırlar (Dionisio vd., 2013). Dolayısıyla sürükleyici gerçekliğin artması daldırma seviyesiyle doğru orantılıdır. Bunun için giyilebilir teknolojiler yardımıyla ve bu alanda yapılacak iyileştirmelerle daldırma seviyesi artırılabilir.

b. Ölçeklenme

Kullanıcı sayısının çok sayıda olmasının sistemin verimliliğini etkilemeden yetebilmesi ve yeterli gücü sağlaması gerekmektedir (Dionisio vd., 2013).

c. Birlikte Çalışılabilirlik

Kullanıcıların sanal dünyalar arasında herhangi bir kısıtlama yaşamadan kendi avatarlarını her yerde kullanabilmeleri birlikte çalışılabilirlik prensibini oluşturmaktadır (Dionisio vd., 2013). Farklı platform altyapılarında bilinen birçok sanal evrenler bulunmaktadır. Sanal evren ziyaretçilerinin evrenler arasında mevcut avatarları ile dolaşabilmesi, bir platformda bulunduğu ticari faaliyetlerini diğer platformlarda da kullanabilmesi gereklidir.

d. Açık ve Kalıcı Bir Dünya

Kullanıcıların sanal kimlikleri ile istenilen zamanda sanal evrene erişmesi, orada değişiklikler yapması, istediği zamanda ortamdan ayrılması ve tekrar giriş yaptığında bu değişikliklerin korunması platformun herkesin ulaşabileceği kalıcı bir yer olması adına önemli bir unsurdur (Nath, 2022).

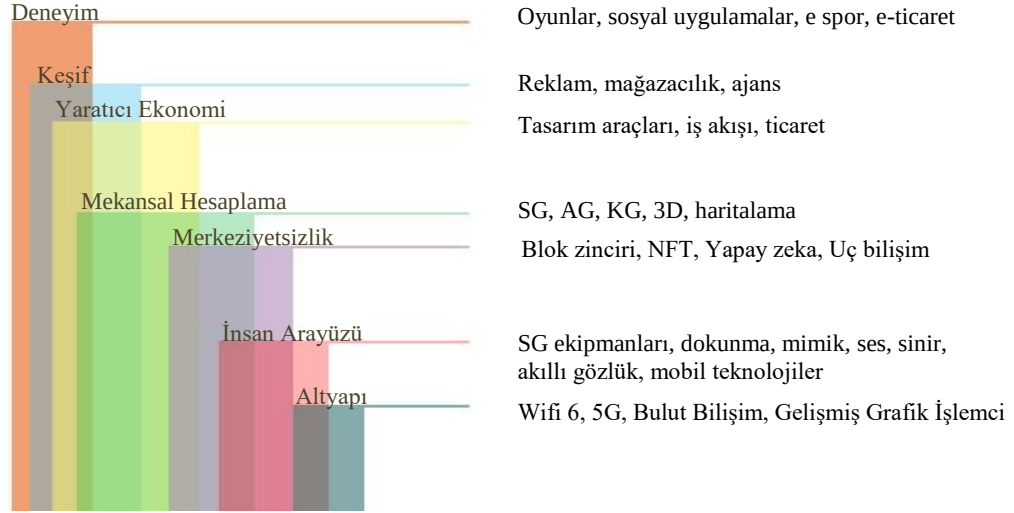
e. Sürdürülebilirlik

Gerçek hayatta sahip olduğumuz bütün öğelerin Metaverse ortamına taşınabilir olması ve bir kalıcılık oluşturması sürdürülebilirlik unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır (247 News Bulletin, 2021).

Metaverse, altyapı teknolojileri ve barındırdığı diğer özellikleri ile çok katmanlı bir yapı olarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda Şekil 2.3’de görüleceği üzere Metaverse’ün yedi katmanlı bir yapısı bulunmaktadır. Bu katmanlar dıştan içe doğru sıra ile; deneyim, keşif, yaratıcı ekonomi, mekânsal hesaplama, merkeziyetsizlik, insan arayüzü ve altyapı olarak aşağıda açıklanmaktadır.

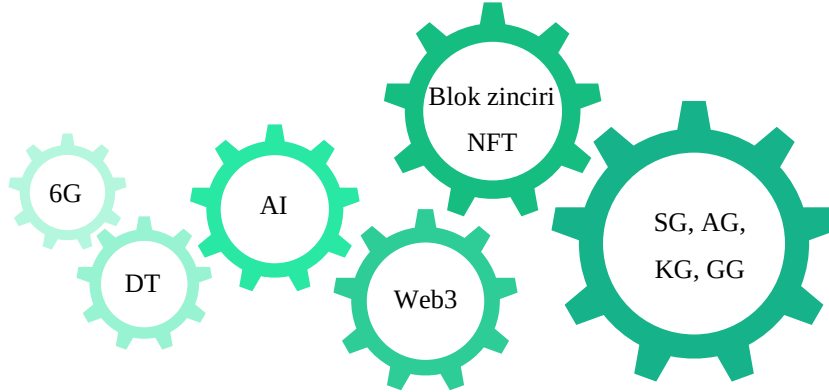
1. Deneyim Katmanı: Kullanıcıların oyunlar, sosyal organizasyonlar, eğlence, ticaret, spor gibi deneyimleri ile sanal bir ortamla etkileşime girmelerini içerir. Sanal ortamların en popülerleri olan Decentraland ve Sandbox platformları ilerde çok daha gerçekçi, hissedilebilir, koklanabilir sürükleyici bir deneyim yaşanacağını açıklamaktadır (Parcl, 2022).

2. Keşif Katmanı: Yeni teknolojilerin, protokollerin ve kullanıcıların keşfedilmesi yönünde çalışan bir katmandır. Kullanıcıların yeni deneyimlerini keşfetme süreci görüntülü reklamlar, internet siteleri, arama motorları kullanılarak yapılır (XR Today, 2022).
3. Yaratıcı Ekonomi: Dijital kaynaklar, varlıkları üretmek ve gerçekçi bir deneyim oluşturmak için kullanılan tasarım araçları ve uygulamalarını içermektedir. Kullanıcıların platformda bir şey inşa edebilmek için kod bilmesine gerek kalmadan sürükle ve bırak araçları ile kolayca bunu gerçekleştirmeleri mümkündür. Web1 ve Web2'nin ilk evrelerinde uygulama veya varlık tasarlamamanın program gerektirdiği zamanlardan sonra günümüzde kodlama bilgisi olmadan sürükle ve bırak uygulama oluşturucuları ile bu çok daha kolaydır (Parcl, 2022).
4. Mekansal Hesaplama: Fiziksel dünya ve dijital evrenler arasındaki mesafeyi azaltmak için kullanılan üç boyutlu motorlar, haritalama, sensörlerden iletilen verilerin dahil edilmesi ve insan arayüzü hesaplamalarından oluşur (Saeed ve Rad, 2022).
5. Merkeziyetsizlik: Metaverse açık mülkiyete sahip Merkeziyetsiz Özerk Organizasyon (DAO) tarafından yönetilecektir. Bu da kullanıcı güvenliği için önde gelen bir özelliktir. Blok zinciri teknolojisi ile gizlilik ve güvenlik sorunları çözülmektedir. Merkezi olmayan uygulamalar (DApp) olarak bilinen blok zinciri tabanlı birçok uygulama bu özellikten yararlanmaktadır. Merkeziyetsiz çalışan platformlara örnek olarak Decentraland verilebilir (XR Today, 2022).
6. İnsan Arayüzü: Kullanıcıların dijital teknolojiyi keşfetmesi ve SG ekipmanları, giyilebilir teknolojileri kullanmasıyla ilgilidir. Dijital dünyada bulunulurken daha gerçeğe yakın bir his yaratmak amacı vardır (XR Today, 2022).
7. Altyapı: Fikirleri gerçeğe dönüştüren teknolojik altyapıyı içerir. Ağ kapasitesini artırmak için günümüzde kullanılan 4G kablosuz internetten çok daha hızlı olan 5G internet özelliği, Yapay Zeka, Blok Zinciri, Bulut Bilişim ve Grafik-Görüntü İşleme bu teknolojilere örnek verilebilir. Ayrıca insan arayüz katmanında kullanılan cihazların verimli çalışması için de bazı altyapı bileşenlerine ihtiyaç vardır. Bunlar, küçük ölçekli elektro-mekanik sistemleri içeren mikroeletromekanik sistemler (MEMS), yarı iletkenler ve küçük, uzun ömürlü pillerdir (XR Today, 2022).



Şekil 2.3: Metaverse Katmanları

Metaverse'ü etkin bir biçimde kullanabilmek için kapsamlı bir teknolojik altyapı ihtiyacı gerekmektedir. Birbiriyle bağlantılı olan bu teknolojiler çevrimiçi sanal dünyalar arasındaki avatar iletişimlerini sağlama, gerçekliğe yakın bir deneyim yaşatma, farklı alanlarda kullanım yararı sağlama gibi faaliyetlere imkân tanımaktadır. Metaverse'ü etkin kılan teknolojik kavramlar Dijital İkiz (DT), Yapay Zeka (AI), Web3, Blok zinciri-NFT ve Sanal Gerçeklik (SG)- Artırılmış Gerçeklik (AG)- Karma Gerçeklik (KG)- Genişletilmiş Gerçeklik (GG) olarak başlıklar halinde açıklanmıştır.



Şekil 2.4: Metaverse Teknolojileri

2.4.1. SG, AG, KG ve GG Teknolojileri

Bilgi ve bilişim teknolojilerine talep giderek artmaktadır. Yapay zeka yoluyla da karmaşık ve mümkün olmayan veri analizleri artık mümkün hale gelmiştir. Yaşanan bu gelişmeler ile sanal gerçeklik teknolojilerinin iyice benimsenmesi ile çevrimiçi sanal oyunlarda kullanıcı çeşitliliği artmış ve bu da gelen talepler ışığında daha gerçekçi sanal ortamların oluşmasına imkân sağlamıştır (Sarabil 2022).

Günümüzde Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Karma Gerçeklik ve Genişletilmiş Gerçeklik olmak üzere dört adet teknoloji vardır.

Şekil 2.5’de gösterilen bu teknolojilerde kullanıcılar tamamen ya da kısmi oranda sanal ortamda etkileşim yaşamaktadırlar. Bu şekle göre AG; fiziksel öğeler üzerinde dijital katmandır. Yani gerçek dünyadan kopmadan, elektronik bir araç yardımıyla fiziksel ortama bakıldığında ekrandan farklı öğelerin de görülmesidir. KG; dijital öğeler ile fiziksel öğelerin etkileşime girebilmesidir. Giyilebilir cihazlar ya da ekipmanlar ile bu sağlanılır. SG; tamamen sürükleyici dijital ortamdır. Sadece sanal ortam vardır. GG ise; fiziksel veya gerçek dünya ortamına herhangi bir ölçüde dijital unsurlar ekleyerek gerçekliği değiştiren her türlü teknolojiyi kapsayan şemsiye terimdir (Mystakidis, 2022). Örnek olarak Hololens denilen akıllı gözlükler yardımıyla hem gerçek dünyada bulunup hem de gerçek dünyaya eklenen dijital öğeler ile etkileşime geçilebilir.



Şekil 2.5: AR, MR, VR ve XR teknolojileri (İnteraction Design, 2022)

AG, KG, GG ve SG kavramları aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

Artırılmış Gerçeklik (AG); dijital ile fiziksel ortamın harmanlanmasıdır. Nesne tanıma, yüz tanıma ve hareket izleme bilgisayar kullanılarak yapılmaktadır. Sonrasında ses, görüntü, mesajlar öncesinde tanımlanan düzlemler üzerine yerleştirilmektedir (Mozumder vd., 2022). AG kullanıcılara üç boyutlu sanal görüntü çevresinde hareket edebilme imkânı tanımaktadır. AG ile sanal varlıklarla etkileşime

geçilebilmekte ve fiziksel olarak el ile sağlanan hareketlerle dijital nesne konumlarını değiştirebilme özelliği bulunmaktadır. Bu teknoloji ile kitapların artırılmış gerçekliğe dönüştürülmesi mümkün görünmektedir. 3B nesneler ile yaratıcı bir ortam oluşturmak ders kitaplarını dinamik bilgi kaynağına döndüreceklerdir (Kesim ve Özarslan 2012). Bunun yanı sıra AG'nin inşaat yönetimi eğitiminde ne kadar etkili olabileceğini anlatan bir çalışma yapılmıştır. Çeşitli yapı düzenekleri imalatının AG ile etkileşimli bir hale getirilmesi sağlanmıştır. Sınıf içi eğitim alan öğrenciler ve AG içerikli deneyim kazanan öğrenciler arasında yapılan çalışmada görevleri AG ile deneyimleyenlerin daha iyi görev tanımları yaptıkları sonucuna varılmıştır (Fopefoluwa vd., 2019). AG günümüzde çoğunlukla mobilya sektöründe kullanılmakta olup online alışveriş yaparken beğenilen ürünün kullanılacağı yerde nasıl görüneceğine bakmak kullanıcı memnuniyeti ve deneyimini artırma konusunda faydalı bir uygulamadır.

Karma Gerçeklik (KG) ise fiziksel ve sanal dünyaların birleştiği bir görselleştirme ortamı olarak tanımlanmaktadır. KG'de gerçek dünyadaki nesneler ile sanal dünyadaki nesneler bir arada bulunarak etkileşime girmektedirler (Ning vd., t.y.). Gerçek ve dijital dünyanın üst üste bindirilmesinin benzersiz bir deneyim yaşattığı açıklanmaktadır (Huang vd., 2019).

Genişletilmiş Gerçeklik (GG), SG/ AG ve KG teknolojilerini kapsayan bir terimdir. Metaverse ün fiziksel dünyamız ile bir bütün olması gerektiği düşünülmektedir. Daha fazla tasarım ve teknik konularda dijitalden gerçek ortama geçiş için yeni senaryolar üretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle fiziksel ve gerçeklik arasındaki bağlantı her zaman var olacağı için donanımsal anlamda ekran, kulaklık ya da holograflar her yerde karşımıza çıkabileceklerdir. Sanal platform kullanıcıları dijital ortamda sahip oldukları ile gerçek hayatta bağlantı kurabileceklerdir. GG de bu kapsamda kullanıcıların birçok teknolojiye erişmesini sağlamaktadır (Lee vd., 2021).

Sanal Gerçeklik (SG) teknolojisi ise çeşitli kullanım alanlarında büyük avantajlar sağlamaktadır. Örnek olarak binaların nem, sıcaklık, aydınlatma kararlarında SG simülasyon uygulamalarından yararlanılmaktadır. Yıkılmış olan arkeolojik alanların yeniden inşa sürecinde SG kullanılmaktadır (Paranandi ve Sarawgi, 2002). Bunların dışında SG deneyimi sosyal gelişim, psikolojik gelişim ve fiziksel gelişimi etkileyen bir faaliyet olarak görülmektedir. Sosyal gelişim olarak; insan ilişkileri bakımından daha avantajlı grupların bu deneyim ile ilişkilerinin güçlendirilmesi sağlanılabilmektedir. Psikolojik olarak da yeni beceriler kazandırılarak öz benlik ve öz yeterliliklerinin gelişmesi gerçekleştirilebilmektedir.

Fiziksel gelişim olarak ise kişilere sanal fiziksel aktivitelere katılması ve hareketlilik oranlarının artırılmasına teşvik edilmesi olarak açıklanmaktadır (Han vd., 2022).

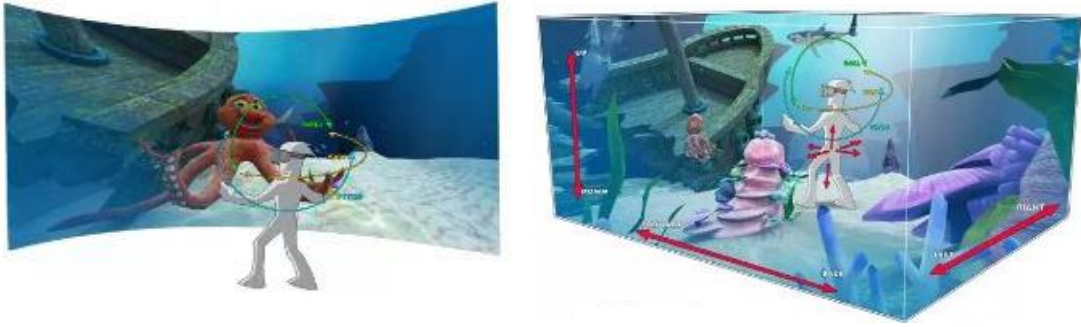
SG belirgin olarak var olan avantajlarına rağmen bazı engelleri de barındırmaktadır. Bunlar;

1. Maliyet: Yüksek kaliteli SG cihazlarının ve gerekli donanımlarının yüksek maliyetli olmasıdır.
2. Mekansal-Zamansal Çözünürlük: Mevcut cihazların göz keskinliğinden çok uzak olması ve çözünürlüklerinin kötü olmasıdır.
3. Gecikme: Gerçek zamanlı olmayan işletim sistemi, arabellekler, öngörülemeyen ağ gecikmeleri gibi sebeplerden dolayı gecikme yönetimi gereklidir.
4. (Tele-)iş birliği: Paylaşılan beyaz tahtalar, paylaşılan uygulamalar, video konferans ne kadar başarılı olsa da SG için henüz başlangıç seviyesindedir.
5. Sanal dünyaların tasarımı: Algısal-Bilişsel-Sosyal Bilimler, Tasarım Sanatları, İletişim Sanatları, Makine Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimi olan uzmanlık alanlarıyla birlikte çalışan bir kaynak gerektirir.
6. Yazılım geliştirme ortamları: Mevcutta üst düzey araçları kullanmaktan uzak olmamızdır.
7. Gerçek ve sanal dünyalar arasındaki farklar: Uzun süreli daldırmanın etkileri hakkında yeterli veriye sahip olmamamızdır (Van Dam vd., 2000).

Sanal Gerçeklik ile dijital platformlara erişim birtakım ekipmanlar ile olmaktadır. Bu kapsamda SG cihazının sanal ortamda gerçeğe yakın mekân algısı oluşturması hareketler ve dönüşler ile sağlanmaktadır. Bulunulan mekânın görsel değerlendirme sürecini etkileyeceği için, gerçeklik teknolojilerinde hareket salınımı dijital daldırma için önemli bir unsurdur.

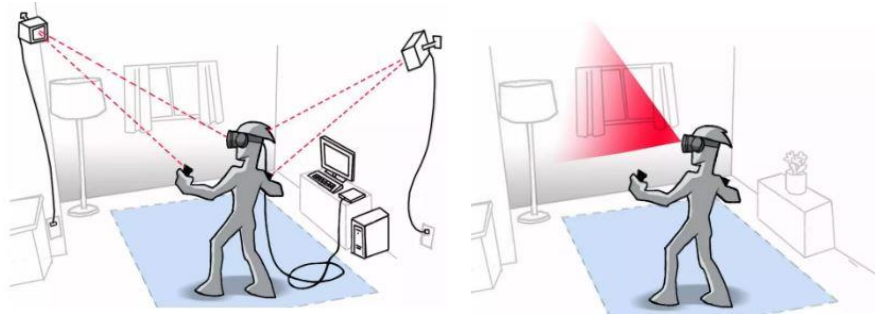
Sanal ortamdaki hareket sınırları ile ilgili bir terim olan DoF terimi, hareket kabiliyetini ölçmek için kullanılan bir terim olup bir eksen ya da eksen boyunca gerçekleşecek hareket olarak tanımlamaktadır. 3 DoF ve 6 DoF olarak da ayrılmaktadır. 3 DOF ile vücudumuz statik pozisyonda iken sadece başımız ile çevirme hareketi yaparak görüşümüz ayarlanabilmektedir. Bu sanal gerçeklik için sınırlayıcı bir donanım olup çevrede dolanım özelliğine sahip 6 DOF modellerine yönelimi sağlamıştır. 6 DOF ile sanal ortamda yapılan gezinimler fiziksel bulunan

ortamda da yapıldığı için kullanıcılara daha gerçek bir deneyim imkânı sunmaktadır (Mills, 2020).



Resim 2.4: 3 DoF (sol), 6 DoF (sağ) (Mills, 2020)

Fiziksel olarak gerçekleştirilen bu hareket özelliğini VR’da yerine getirmek için ise cihazların izleme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Sanal Gerçeklik Donanımlarında izleyiciler iki şekilde bulunmaktadır. İlki “Base Station”denilen kontrol cihazlarının konumunu takip etmeye yarayan kontrol kutularıdır. Bulunulan gerçek çevreye birbirlerini görecek şekilde çapraz olarak yerleştirilmektedir. Sanal Gerçeklik deneyiminde yapılan hareketlerin algılanmasını sağlayarak deneyime sürükleyicilik katmaktadır. Diğer bir hareket algılayıcı ise “Inside out” olarak tanımlanır. Burada el koordinasyonu base station’daki gibi kontrol kutusuyla değil kullanılan başlık üzerinde bulunan kameralar ile sağlanır ve içten dışa izleme yapılır.



Resim 2.5: Base station (sol), Inside out ile sanal gerçeklik (sağ) (Mills, 2020)

Yapılan çalışmalara göre üretim şirketlerinin %43’lük kısmının sanal gerçekliğin önümüzdeki yıllar içerisinde akım haline geleceğini ortaya koymaktadır. Artırılmış gerçekliğin kullanımının ise daha çok endüstriyel uygulamalarda olduğu tespit edilmiştir (Mozumder vd., 2022).

2.4.2. Web Teknolojilerinin Gelişimi: Web1/ Web2/ Web3

Teknolojide yaşanan gelişmeler ile internet statik durumundan kurtulup dinamik bir varlık halini almıştır. İnternetin ilk avatarı olarak tanımlanan Web 1.0 ile çoğunlukla statik bir kullanım vardı (Fernandes, 2022). Kullanıcıların sadece bilgi aldığı, veri tabanından alınan içeriklerin otomatik olarak düzeltilmesi ya da yenilenmesi gibi bir seçenek tanımayan bir platformdu. Bu da yalnızca içerik oluşturanın değişiklik yapma izni olduğunu gösterdiği için insanlar arası etkileşimi de sınırlı tutmaktaydı. Bu sebeple de internet kullanım yoğunluğunda günümüze göre çok daha azdı. Şirketler de bu açıdan reklam faaliyetlerini geleneksel medya üzerinden yürütmeye devam etmekteydi. Bunun yanı sıra Web 1.0 mobil cihazlardan kullanılamıyordu. İçerik üretmek için ise karmaşık kod yazılımlarına ihtiyaç vardı (Nath, 2022).

Daha sonra mobil teknolojiler ve sosyal medyanın ortaya çıkması ile 2004 yılında Web 2.0 ortaya çıkmıştır (Fernandes, 2022). Kullanıcıların içeriği okumakla beraber farklı içerik paylaşmasına, değiştirmesine ya da yenilemesine olanak tanıyan internet uygulaması olarak kullanılmış olup kullanılmaya da devam edilmektedir. Mobil cihazlardan da erişime olanak sağlayan bu internet insanların birbirleriyle etkileşimine olanak tanımış ve bloglar, forumların kullanılması bu dönemde başlamıştır. Sağlık, reklam, turizm, çevrimiçi eğitim ve finansal faaliyetler başta olmak üzere birçok sektöre de önemli katkılar sağlamıştır. Web 2.0'ın olumlu yanlarının yanında güvenlik ihlali riski gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Web sitelerinde güvenlikten çok işlevselliğe odaklanmaları sonucunda kullanıcı girişlerinde doğrulama gibi önlemler atlanırsa siber saldırılar konusunda açık hedef haline gelebilmektedirler (Nath, 2022).

Yakın dönemde Yapay Zeka (AI) ve Makine Öğrenimi (ML) teknolojilerinin gelişmesi beraberinde veri gizliliği konusunda endişelere yol açmış olup bu da Web 3.0'ın ortaya çıkmasını sağlamıştır (Fernandes, 2022). Web 3.0, blok zincir üzerine kurulu, merkeziyetsiz olan uygulamaların gelişmesini destekleyen bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Burada kullanıcılar kendi kimlik, içerik ve verilerini kontrol edebilme imkânına sahiptir (Litan, 2022). Diğer iki internetten farkını yapay zeka, kripto para, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojileri desteklemesiyle görmektediriz. Web 3.0'da amaç mevcutta bulunan internetin insanlara ait olması yönünde yapılandırılarak yeniden yaratılmasıdır. Tüm kullanıcıların eşit erişime sahip

olduğu, şeffaflık içeren ve güvenli olan açık bir internet olarak görülmektedir. Merkezi olmayan ağların kullanılması ile kullanıcıların çevrimiçiyken kontrol sahibi olmalarını ve güvenli veri aktarımını sağlayacaktır. Gerçekleşecek dijital saldırılarda blok zincirindeki her bir düğümde veri defterinin bir kopyası bulunduğu için bu çok sayıdaki düğüme aynı anda erişim gerekli kılınmaktadır. Bu da oldukça zor ve maliyetli bir işlemdir. Bu sebeple Web 3.0 güvenlik sorununu blok zincirinin doğal yapısı sayesinde çözmektedir. Bunun yanı sıra merkezi olmayan veri ağına özgü geliştirilecek siber saldırı taktiklerine karşı da dikkatli olunmalıdır. Web 3.0 ile kazanılacak bazı avantajlardan bahsedilmektedir. Yapay zekadan faydalanılarak kullanıcıların neyle ilgilendiği ortaya çıkartılıp ona yönelik benzer sonuçlar elde edilebilecektir. Bilgisayarlar ve akıllı telefonların yanında gelecekte farklı araçlar ile herhangi bir yerde herhangi bir zamanda internete erişim sağlanması söz konusu olacaktır (Nath, 2022). Aynı zamanda Web3 yeni iş fırsatlarının oluşmasına katkıda bulunacak bir teknolojidir. Örneğin merkeziyetsiz olması özelliği ile akıllı kontratlar ile aracısız idari bir birim olmadan işlemler yapılabilecek, NFT olarak programlanabilme özelliği ile de paraya çevrilme ve yeni iş fırsatları doğacaktır (Litan, 2022). Gelişen teknoloji nesnelerin interneti (IoT) kapsamında ileride daha fazla akıllı cihaz geliştirilmesine olanak sağlayacaktır (Nath, 2022). Metaverse’de bağlantının temel kaynağının internet olduğu düşünüldüğünde Web de yaşanan gelişmelerin ne denli öneme sahip olduğunu buradan anlayabiliriz.

2.4.3. 5G ve 6G İletişim

Günümüzde kullanılan 4G/LTE mobil iletişim ağı ile kesintisiz bir iletişim yaşanmaktadır. 4G’de 150 Mbit/sn’ye varan bir veri iletim hızı bulunmaktadır. Son zamanlarda sanal dünyaların hayatımıza daha çok girmesiyle 4G’nin evrimleşen bir ağ sistemi olan 5G üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. 5G’nin ortaya çıkmasındaki amaç 4G’nin gecikme hızını ve kesintisiz kullanılabilirliğini genişletmek üzerinedir. 4G ile 150 Mbit/sn olan veri iletim hızının 5G’de 20 Gbit/sn ile mümkün olacağı öngörülmektedir (Think Wiot Group, t.y.).

5G henüz yaşantımıza entegre olmadan endüstriyel ve günlük yaşantımızdaki gereklilik ile evrilmiş ve yeni ihtiyaçları gündeme getirmiştir. Metaverse’ün hayatımıza girmesi ve her zaman ve her yerde erişimi sağlamayı hedeflemesi mobil iletişim ağına da genişlemeye gereksinim olduğunu göstermiştir. Burada eşzamanlı olarak kullanıcıları hem alan hem de zaman ölçeğinde desteklemesi daha hızlı ve

kesintisiz bir bağlantıyı gerekli kılmaktadır (Tang vd., 2022). Metaverse'ün yüksek verimli, düşük gecikmeli, güvenli bir hizmeti zorlamasının yanında bir de milyarlarca cihaz ve algılayıcı desteklenir nitelikte olması gerekmektedir. Örnek olarak VR/AR cihazlarını desteklemek için genişletilmiş yüksek bant genişliği senaryosunda yüksek veri güvenilirliği ve iletim kararlılığı gerekmektedir. Ayrıca kullanıcı deneyiminde gecikmenin neden olduğu baş dönmesini önlemek için de düşük gecikme süresi olmalıdır. Sürükleyici bir deneyim için olması gereken bu yeni uygulamalar, veri boyutunu ve hacmini artırarak yeni veri biçimleri oluşturmaktadır. Metaverse için işlenmesi gereken bu büyük veri beşinci nesil 5G sistemde ele alınamayan yüksek kapasite ve ultra güvenilirlik gerektirmektedir. Bu nedenle altıncı nesil 6G kablosuz iletişim ile yüksek kaliteli Metaverse uygulamalarının desteklenmesi beklenmektedir. 5G ortamında karşılanamayan veri aktarım hızının 6G ile elde edilmesi beklenmektedir (Peng vd., 2022). 6G için veri aktarım hızının 206,25 Gbit/sn olması düşünülmektedir (Think Wiot Group t.y.).

Yaşanılan bilgi-iletişim çağında istenilen veriye erişim için hızlı bir veri aktarım ihtiyacı vardır. Sanal gerçeklik uygulamalarının mobil iletişim araçlarında daha fazla kullanılması ile de önümüzdeki yıllarda en az %30'luk bir oranla akıllı telefonların 5G'ye abone olacağı belirtilmektedir. Telefonlarda 4G/LTE uygulamalarının kullanımında hızla giden bir artış bulunmaktadır. 2025 yılına kadar mobil cihazlarda 2 saat daha fazla video içeriği tüketilmesi beklenmektedir (Fintech İstanbul 2022).

2.4.4. Blok zinciri (Blockchain) Teknolojisi- Non-Fungible Token (NFT)

Blok zinciri teknolojisi kullanıcıların veri güvenliğini garanti altına alan bir iş kanıtı olarak tanımlanmaktadır (Lee vd., 2021). Ana teması şeffaflık ve değişmezlik üzerine kurulu bilgisayar tabanlı bir defterdir (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022). Otorite ihtiyacı duymadan kaynak izleme ve kayıt etme olanağı sağlamaktadır (Bhushan vd., 2021). Blokzinciri zamana göre sıralanmış ve devamlı büyüme üzerine kurulu bir veri yapısıdır. Burada bloklar, gerçekleştirilen işlemi ve önceki blok adresini kayıtlı tutarlar. İşlemler defterde kayıtlı tutulmakta olup değiştirilemez özelliği taşımaktadır (Karaarslan ve Akbaş, 2017).

Metaverse'ün temelinde birlikte çalışılabilme, gizlilik ve güvenlik hususlarının kullanımında farklı zorlukların olduğu aşîkârdır. Bunu aşmak için kullanılan blok zinciri teknolojisi merkezi olmayan ve maliyeti düşük bir ağ yönetimi ile bunu

gerçekleştirebilmektedir. Blok zincirinin şifreleme, değiştirilememe, kaydedilen verilerin izlenebilir ve hangi zaman dilimine ait olduğunun veri bloğunda gösterilmesi gibi özellikleri sayesinde verilerin gizliliği ve özgünlüğü koruma altına alınmış olmaktadır. Metaverse’de ayrıca birbirinden bağımsız, farklı fiziksel ortamlarda farklı sosyal olanaklara sahip kullanıcıların bir araya gelmesi de karmaşık ve yoğun bir ağ altyapısı ihtiyacını gerekli kılmaktadır. Örnek olarak coğrafi bölge üzerinde birbirinden uç noktada olan insanların farklı iletişim araçları ile Metaverse’de bir araya gelmesi için bir ağ mekanizmasına ihtiyaç vardır. Burada ağ dağıtımını karmaşık bir yapıdan kurtarmak için merkeziyetsizlik kritik bir önemdedir. Blokchain teknolojisi Metaverse’deki çok sayıda kullanıcının çeşitli cihaz bağlantılarında olmasının koordinasyonunu ve kontrolünü sağlaması bakımından önemlidir. Bunun için birçok sayıda işletim platformu, kablosuz erişim hizmeti sağlayıcısı, satıcılar ve bulutun bir arada bulunması gerekmektedir (Tang vd., 2022).

Gerçek dünyada olduğu gibi sanal evrenlerde de dijital bir ekonomi bulunmaktadır. Burada kullanılan kripto paralar sanal dünya ve fiziksel dünya arasında bir bağlantı görevi görmektedir. Her sanal platform kendi kripto parasına sahiptir. Örnek olarak Decentraland’ta *MANA*, Sandbox’ta *SAND*, Axie Infinity’de *AXS*, Roblox’ta *Robux*, Fornite’de *V-Papel*, HyperVerse’de *HVT*, Somnium Space’te *CUBE*, Star Atlas’ta *ATLAS*, OpenSea’de ise Bitcoin’den sonra en büyük ikinci kripto para birimi olan *Ethereum* kullanılmaktadır.

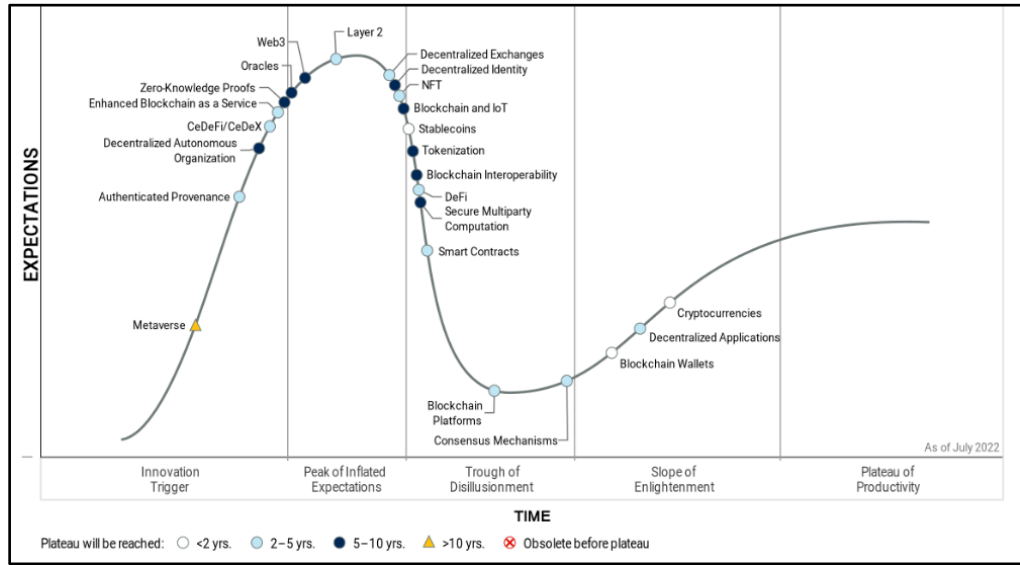
Dijital ekonomiyi sürdürmek için ayrıca blok zincir teknolojisi ile çalışan Non-Fungible Token (NFT)’ler ile de dijital ürünler alınıp satılabilmektedir. NFT sadece dijital eserleri içeren, benzeri olmayan bilgisayar kodlarının ya da fiziksel eserlerin sanal temsilcisi ile doğrudan yahut açık artırmayla yapılan satışı olarak tanımlanır (Visconti ve Aydın, 2022). Non-Fungible Token (NFT)’ler basit tabiriyle sahiplik belgesidir. Benzersiz, kopyalanamayan video, fotoğraf, resim, ses özelliğinde dijital her ürün NFT olarak oluşturulabilir. NFT’ler türünün tek örneği olup değeri sanat gibi zamanla artabilir veya azalabilir (Tech Innovations 2021). NFT projelerinde amaç kısa veya uzun dönemde kar elde etmek değil gelişmenin temeli olacak bir ekosistem oluşturmaktır (Sarabil, 2022). NFT üretmek için öncelikle içerisinde kripto paranın olduğu bir dijital cüzdan hesabı olmalıdır. NFT’lerin üretim satış aşamalarında bu dijital cüzdanlar kullanılır. Burada blok zinciri ile çalışması devreye girmektedir. Oluşturulan dijital ürünler NFT Pazar yerlerine yüklenir. Fiyat ve adet bilgileri de belirtildikten sonra ödenen ağ ücreti ile blok zinciri alt yapısında kayıt altına alınmış

olan NFT artık açık artırmayla satışa hazırdır (BTM, 2022). Satın alınan NFT'lerin kullanılması ise Metaverse evrenlerinde mümkündür. Sanal dünyada var olan evin duvarlarına, sanat galerisine asmak üzerine çeşitli şekillerde isteğe bağlı kullanımı mevcut olup aynı zamanda prestij sağlama konusunda da kullanıcılara imkân sunar.

Metaverse gerçek dünyadaki tahribat veya başka olumsuzluklar içermediği için sanal ortamda oluşturulan NFT ler ile kültürel devamlılığı sağlama konusunda alternatif bir araç olma düşüncesi de bulunmaktadır (Yücel, 2022). Yıpranan, iyi korunamayan ve gelecekte yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalan her türlü eserin ileriki nesillere aktarılması için dijital olarak varlığını devam ettirmesi hiç şüphesiz ki daha avantajlı ve kolay olacaktır.

Bilinen ilk NFT “Quantum” isimli dijital bir videodur. 2014 yılında Kevin McCoy ve Anil Dash tarafından yaratılmıştır. McCoy'un eşi Jennifer tarafından da video klibi oluşturulmuştur. İlk NFT “Quantum” Namecoin adlı blok zincirine kaydedilmiştir. Satışı ise New York'taki New Museum'daki bir konferansta 4 dolar karşılığında gerçekleşmiştir (Wikipedia, 2022). Daha sonra NFT kavramı giderek yaygınlaşmış olup bu alanda dijital eserler satışa çıkartılmıştır. Günümüzde farklı blok zincirlerine bağlı çok sayıda NFT bulunmaktadır. Yaratılan ve satışı gerçekleşen NFT'ler arasında 91.800 milyon dolarlık satış fiyatı ile en popüler olanı “The Merge” adlı eserdir. Pak tarafından 2021 yılında yaratılmıştır. Siyah zemin üzerindeki beyaz kürelerden oluşmaktadır.

Amerikan araştırma, bilgi teknolojisi firması olan Gartner tarafından geliştirilen rapora göre blok zinciri, Web3, NFT gibi oluşumları içeren döngüde beklentilerin yanında beş bölmeye ayrılmış aşamalar mevcuttur. Bunlar inovasyon tetikleyicisi-büyütölmüş beklentilerin zirvesi-hayal kırıklığı-aydınlanma-verimlilik olarak tanımlanmıştır. Bu aşamalarda blok zincirinde olan beklentiler Şekil 2.6'da yıllara göre sıralanmıştır. Bu döngüye göre DeFi, Merkeziyetsizlik, Akıllı Kontrat gibi uygulamaların 5 yıl içerisinde olgunlaşacağı beklenmektedir. Fakat bununla beraber beklentilerin tepe noktasından sonra hayal kırıklığına uzanan bir düşüş evresi bulunmaktadır. Bu evrede NFT, Token, Merkeziyetsizlik oluşumlarında birtakım zorluklar yaşanacağı görülmektedir. Genel olarak döngüde iki ile on yıl içerisinde blok zincirinde yeniliklerin görüleceği beklenmektedir. Kuruluşlar için de bu zaman aralığı yeni ürünler ve hizmetler sunma adına kullanılabilir bir zaman dilimi fırsatı olabilir (Litan, 2022).



Şekil 2.6: Blok Zinciri-Web3 için Hype Döngüsü (Litan, 2022)

2.4.5. Yapay Zeka (AI)

Dünyadaki Metaverse kullanıcıları farklı sunucularda bulunduğu için yapay zeka kullanılarak farklı ülkelerde farklı kişisel verilerin işlenmesi sağlanılmaktadır (Mozumder vd., 2022). Yapay zeka kişiselleştirilen meta veri deposu hizmetlerini büyük çok modlu girdiden öğrenen Metaverse’ün beyni olarak hareket etmektedir (Fernandes, 2022).

Yapay zekanın AG/SG ve blok zinciri teknolojileri ile birleştirilmesi Metaverse’ün alt yapı güvenirliliği dahil daha güvenli, daha gerçek dünyaya yakın görünümde ve performansı yüksek bir platform olmasını sağlayacaktır. Metaverse’de GG/SG teknolojileri göz önünde olsa da yaratıcı ve güzel bir dünyanın inşası için perde arkasında çalışan yapay zeka, kullanıcılara sürükleyici bir gerçeklik deneyimi yaşatması bakımından önemli bir teknolojidir. 5G ve 6G ile veri takibi, kanal tahmini, otomatik kaynak ayırma, saldırıları önleme ve ağ hatası tespiti gibi görevleri öğrenme algoritmaları sayesinde çözümlemektedir. Sensör içerikli giyilebilir olan ve olmayan diğer cihazlar ile de insan hareketlerinin, konuşmalarının, duygularının yapay zeka ile öğrenimi, analiz edilmesi ve tanınması gerçekleştirilmektedir. Bu sayede sanal dünyada avatar ile nesnelerin etkileşime geçmeleri sağlanmaktadır (Huynh-The vd.,2023). Fiziksel ortamda bulunan nesnelerin sanal gerçeklikte var olması ve onlarda fiziksel bir bağ kurabilmek dijital dünyanın gerçek dünyaya olan benzerliğini artırıcı bir etkidir. Bu nedenle Metaverse’de etkin bir etkileşim için yapay zekanın yeri büyüktür.

2.4.6. Dijital İkiz Teknolojisi (DT)

“Dijital İkiz” kavramı ilk olarak 1960’da Apollo 13’ün oksijen deposunun patlaması ve ana motorda hasar oluşması sonucu doğmuştur. Bu hasarın değerlendirilmesinde birçok simülatör kullanılmış ve aracın fiziksel bir modeli oluşturularak “Dijital İkiz” adını almıştır. Dijital İkiz analiz ve kazaya neden olan olayların modellenmesi için sürekli bir veri alımı sağlayan ilk örnektir (Ntrs, 2021).

Dijital İkiz (DT) teknolojisi gerçek dünyanın sanal gerçeklikte ayırt edilemeyen bir temsili yaratmaktadır. Bu teknolojide gerçek dünyanın bir dijital örneği SG/AG/KG teknolojileri kullanılarak doğru modelleme ile sanal düzlemde görselleştirilir ve böylelikle kullanıcılara sürükleyici bir deneyim yaşatılmaktadır. Fiziksel veri işleme teknolojileri kullanılarak fiziksel özellikler, geometrik şekiller, davranışlar ve kurallar gibi gerçek dünyayı yeniden üreten yüksek kaliteli modeller ortaya çıkartılarak aynı görünümde olup sanal ortamda aynı davranışları sergileme yeteneğine sahip olan ikizler yaratılmaktadır. Sanal modellerin gerçek ortamı temsil etmek, teşhis etmek, tahmin etmek ve kararları vermek üzere belirli özellikleri bulunmaktadır. Bunu gerçekleştirebilmek için fiziksel düzlemde algılama verisi ve sanal düzlemde geri bildirim bilgisinin oluşturulması gereklidir. Bunlar da bağlantı ile daha fazla işlenmesi için sunucuya gönderilmelidir. Dijital İkiz’in bu şekilde etkileşiminin artan bir iletimde olması için 6G olan ultra yüksek ağ bandı genişliğine gereksinimi vardır. Fiziksel ve sanal dünya arasındaki iletimde yüksek güvenlik ve gizlilik açısından DT’nin uygulanmasında kullanılması konusu elzem bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır (Tang vd., 2022).

Dijital ikiz evrimi ile bilgi modellemesi, 3B baskı, dijital simülasyonlar ve bağlantılı operasyonlar endüstriyel hizmetler için kullanılmaktadır. Metaverse ile entegre bir DT uygulanarak Metaverse’ün daha da gelişebileceği düşünülmektedir (Tang vd., 2022).

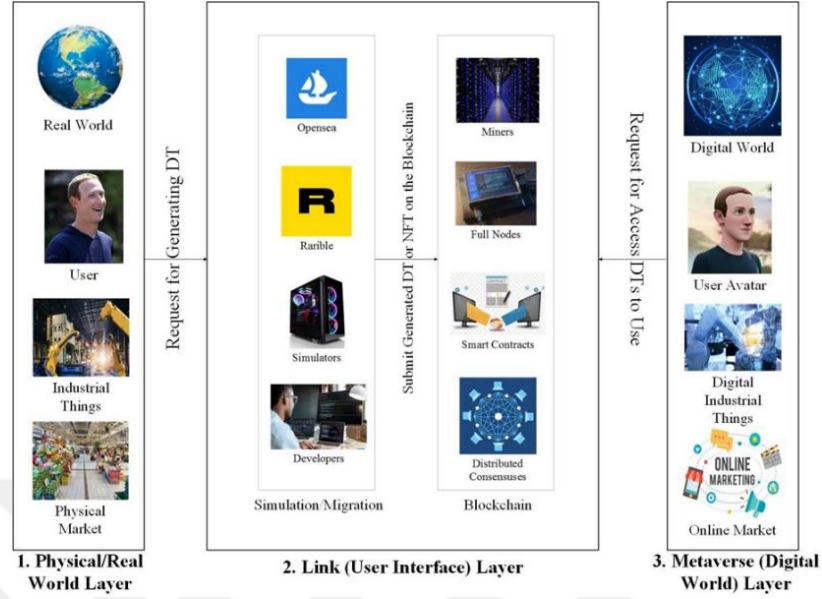
Blokzinciri tabanlı dijital ikizlerin Metaverse’te kullanımının çeşitli faydaları bulunmaktadır. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

- Merkeziyetsizlik: Metaverse blokzinciri özerkliğini desteklediği için merkeziyetsiz bir altyapı sağlar.
- Dijital İkizlerin Kimliği ve Bilinirliği: Metaverse’de ki merkezi olmayan yönetimde izin verilen tüm kimlikler bir protokol altında bulunduğu için yasaldır (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).

- Dijital İkizlerin İzlenebilirliği: Dijital ikizler, blok zincirinin blokları birbirine bağlama, şeffaflık, değişmezlik özellikleri sayesinde küresel olarak izlenilebilmektedir (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).
- Değişmezlik-Şeffaflık: Metaverse ortamında alım,satım ya da mülkiyet devri dahil olmak üzere her türlü işlemlerde dijital ikizin değişmezlik ve şeffaflık özelliği vardır. Bu da siber dolandırıcılığa karşıdır (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).
- Güvenlik ve Güvenilebilirlik: Metaverse içinde barındırdığı blok zinciri teknolojisi ile daha güvenlidir (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022). Blokzinciri sisteminin barındırdığı ağ yapısı ile yapılan işlemleri değiştirilemez bir biçimde defterde kayıt altına almaktadır. Kayıtların bütünlük içerisinde olması, kullanılabilirliği ve hata toleransının yüksek olması kişisel verilerin korunması ve gizliliği konusunda da güvenli bir platform olarak görülmektedir (Karaarslan ve Akbaş, 2017).
- Eşler Arası İletişim: Metaverse’de aracısız olarak doğrudan makinelerden kullanıcıya veya kullanıcıdan makineye iletişim sağlanılır (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).
- Ürün Yaşam Döngüsü Korunumu: Metaverse tabanlı dijital ikiz ve gerçek dünyasında ürün yaşam döngüsünde kolay kontrol sağlanılabilir (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).

Dijital ikizler yaklaşımıyla fiziksel dünya ile Metaverse arasındaki bağlantıda Şekil 2.7’de görüleceği üzere üç katmanlı mimari önerilmektedir. Bu katmanlardan ilki ‘Fiziksel-Gerçek Dünya Katmanı’ olarak adlandırılmaktadır. Bu katmanda fiziksel dünyada kullanıcılar sanal dünyaya bağlanmak için isteklerini bağlantı katmanına gönderirler. Ücretlerini ödeyip sonrasında geniş bir dünyada dijital avatarlarını kullanırlar. İkinci katman olarak ‘Bağlantı Katmanı’ bulunmaktadır. Burada ilk aşamada programlar ve geliştiriciler aracılığıyla dijital ikizler oluşturulur. Onu oluşturan kullanıcı Dijital İkiz’i blok zincirine göndererek ödemesini alır. Sonrasında blok zincirinde kullanıma hazır olan verilere erişim sağlanılabilir. Son olarak da ‘Metaverse Katmanı’ bulunmaktadır. Dijital İkizler bu katmanda blok zinciri ve akıllı sözleşme kapsamında kullanılır. Fiziksel dünyanın ikizi olan bu katmanda sıradan

insanların ya da yöneticilerin günlük gereksinimleri yüksek maliyetten uzak olarak dijital ortamda karşılanmış olur (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022).



Şekil 2.7: Dijital İkiz Teknolojisinin Fiziksel dünya ve Metaverse bağlantısının katmanları (Banaeian Far ve İmani Rad, 2022)

3. YAPIM SEKTÖRÜ VE MİMARLIKTAKİ METAVERSE

Yapı sektöründe teknoloji kavramı; araç, ürün, yöntem, teknik ve bilgi girdilerinin süreçler ve yönetimsel sistemler kullanılarak elde edilen ürün çıktısı, yani yapının oluşturulması aşamalarının tümüdür. Yapı teknolojisi, yeni ürünlerin geliştirilmesinde ve yapıların üretilmesinde etkili olmaktadır (K. Ercoşkun, 2010).

Yapım sektöründe teknolojinin avantaj ve yararlarına bakıldığında sektör çalışanları tarafından ileri teknolojiyi kullanmanın bir gereklilik olduğu söylenebilmektedir. Yapı sektörü çalışanlarının yapının yapılmasından kullanımına kadar olan bütün süreçlerde ar-ge çalışmaları ile sürekli bir gelişim halinde olması yüksek verimli ve yüksek kaliteli yapıların oluşumuna katkı sağlaması bakımından önemlidir. Günümüzde robot teknolojilerinden yararlanılarak ileri düzeydeki inşaat makine ve ekipmanlarının kullanılarak yapı inşa edilmesi ve aynı zamanda mekanik olarak da akıllı sistemlerden yararlanılması kullanıcı konforu açısından olumlu yönde bir üretimdir (Ayan, 2002). Bunun yanı sıra bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile hayranlık uyandırıcı gelişmeler yaşanmaya devam edilmektedir.

Yapım sektörünün çok paydaşlı ve dinamik bir yapıda olması inovasyonu da zorunlu hale getirmektedir. 2000’li yıllarda ortaya çıkan daha akıllı binaları daha hızlı inşa etmeyi sağlayan Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) sayesinde inşaat sektörü istediği inovasyona kavuşmuştur. Yapı Bilgi Modellemesi, içerdiği birçok program ile koordinasyon ve kontrol konularının kolaylıkla yapılmasını sağlaması, uyuşmazlıkların çözülmesi, maliyet hesaplarının doğru belirlenmesi ve dolayısıyla zaman kaybının önlenerek daha güvenli yapıların inşa edilmesi bakımından önem arz etmektedir. Yapım sektöründe yapılan çalışmalar ile mimari, mühendislik ve inşaat uygulamalarında son yıllarda gelişen iki inovatif değer olarak Yapı Bilgi Modelleme (BIM) ve lazer tarama teknolojileri örnek olarak verilmektedir (Bahçeci ve Polat, 2020). BIM ile üretilen yapıların 3 boyutlu geniş perspektif ile tüm özelliklerinin bir arada görülebiliyor olması ve bunun proje safhasında fark edilebilmesi yapının maliyetini etkilemede de büyük orana sahiptir. BIM’in faydaları olarak;

- İnşaatların süre ve maliyetini hesaplamada hızlı bir fizibilite imkânı sunması,
- Yapı performansı ve kalitesinin şematik olarak bir model ile görülebilmesi,
- Tasarım sürecinin daha net analiz edilip müdahale kolaylığı ve senkronizasyonu sağlaması,

- Tasarımın ilk safhalarında dahi görselleştirme imkânı sunması,
- Tasarım süreci boyunca maliyet bilgilerine doküman ile ulaşılabilmesi,

örnek olarak verilebilir (Akkoyunlu, 2015).

Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmaya devam edilirken geçmişten günümüze kadar olan süreçte sanayi devrimi ile başlayan yeni teknolojik atılımlar son olarak internetin de evrimleşmesiyle farklı bir yapı halini alarak insanlara sanal dünyanın kapılarını açmıştır. Devrim niteliğinde olan bu inovasyon sonucunda zenginleştirilmiş gerçeklik uygulamaları ortaya çıkmış olup birçok sektörde olduğu gibi yapı sektöründe de kullanılmaya başlanılmıştır. İlk olarak henüz inşa edilmemiş yapıların pazarlanması kapsamında VR ekipman aracılığıyla kullanıcı adaylarına sürükleyici bir deneyim yaratarak gerçekçi olarak yapının içinde bulunulması hissi yaşatması yapı sektörü için alışıl gelmişin dışında bir deneyim olmuştur. Yapı Bilgi Modellemesinden sonra internet ve bilgisayar teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ışığında ortaya çıkan çağımızın yeni sanal dünyası olan “Metaverse” tüm iş gruplarının dikkatini çekmeyi başarmış olup herkes tarafından dile getirilen bir kavram halini almıştır. Yeni gelişmeler ışığında inşaat sektörü de gayrimenkul satışı, tasarım, pazarlama olarak sanal evrenlerde yerini almıştır.

3.1.Günümüzde Kullanılan İnşaat Teknolojileri

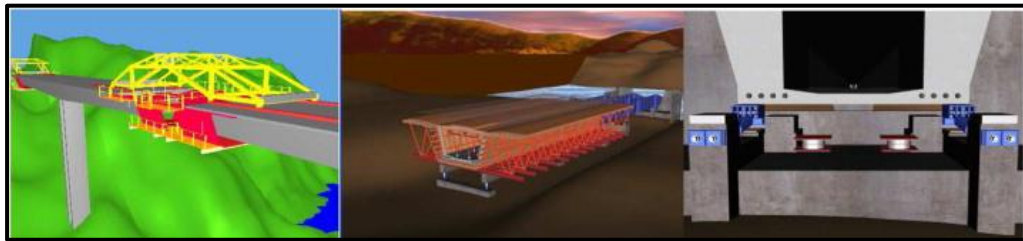
Metaverse’ün sektörde kullanılabilme olanaklarını incelemeyi önce günümüzde kullanılan teknolojilere kısaca değinmek inovatif hareketlerin benimsenme düzeyini ölçmeye faydalı olacaktır. Günümüzde şantiye takibi, ölçme, yapım ve satış alanlarında birçok yeni yöntem bulunmakta olup bu çalışmada SG-AG, 3B Lazer, Drone ve 3B Yazıcı teknolojileri açıklanmıştır.

3.1.1. SG ve AG Kullanımı

SG ve AG’nin yapım sektöründe kullanımı inşaat proje yönetimi, güvenlik yönetimi, görselleştirme, eğitim, planlama ve proje takibi alanlarındadır (Albahbah, 2021). Bununla beraber yapılan çalışmalarda SG’nin en çok proje yaşam döngüsünün tasarım aşamasında kullanıldığı tespit edilmiştir (Delgado vd., 2020). Daha çok görselleştirme olarak kullanılan bu deneyimin mimarlık ve inşaat mühendisliğinde diğer görselleştirme araçlarının sunamayacağı bir deneyimleme sunduğu sonucuna varılmaktadır (Huang vd., 2019).

Yapım sektöründe saha personeli, işçiler, danışmanlar arasındaki iletişim bozukluğu, mesleki yetersizlikten kaynaklı sorunlar projenin başarısına da yansımaktadır. Herhangi bir fiziksel ortama ihtiyaç duyulmadan SG teknolojisi ile projenin inşa edilmeden önce deneyimlenmesi olası riskleri ortadan kaldıracak olup fiziksel inşa sürecinde güvenlik yönetimi, işçi eğitimi, iş ilerleme takibi ve iş gücü yönetiminde de etkin bir rol oynayacaktır. AG teknolojisi ise inşaat projelerinde zamanlama yönünde olumlu katkılar sağlamaktadır. Alandaki verilerin toplanması ve kullanıcılara dağıtılmasını sağlamaktadır. Proje yönetiminde ve ilerleme takibindeki başarısı sektör için yeni bir kazanım olarak görülmektedir (Ahmed 2019). Otomatik belgelendirme ve takibin inşaat sektöründe önemli bir yere sahip olduğu açıkça görülmektedir. Denetleme ve hataların tespit edilmesinde destekleyici ve olması gereken bir yöntemdir. Günümüzde şantiye takibi geleneksel bir yöntem olarak düzenli fotoğraflama ile yapılmaktadır. Bu da zaman alan ve detayların görünmesine engel olan bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Buna alternatif olarak AG kullanımı ile saha içindeki verilerin anlık mobil cihazlardan takibi mümkün olmaktadır (Zollmann vd., 2013).

Dinamik bir mesleki eğitimde kullanım olanakları olarak ele alındığında, statik çizimlerin patlamış perspektif ile gösterilerek karmaşık montajların daha iyi anlatılması ve parçaların bağlanma sıralamasının gösterilmesinde SG teknolojisinin kullanılması örnek olarak verilebilir. Eğitim kapsamında bu yönde yapılan bir çalışma bulunmaktadır. İnşaat mühendisliği eğitimini güçlendirmek için köprü inşası ile ilgili model geliştirilmesine SG teknolojisi ile bakış sağlayan bir çalışma yapılmıştır. Köprünün yapım süreci aşamalarını ve kullanılan ekipmanlarını görmeye yarayan bu eğitim için oluşturulan öğeler 3B olarak AutoCAD yardımıyla modellenmiştir. Sanal gerçeklik teknolojisi EON Studio yazılımı ile de programlanmıştır. Öğrencilerin istediği imalat aşamasını seçip onu sanal dünyada ince ayrıntısına kadar inceleme fırsatı sunması öğrenmenin kalitesinin artırılması bakımından belirleyici bir uygulama olmuştur (Sampaio ve Martins, 2014).



Resim 3.6: 3B köprü modellemesi ve SG deneyimi (Sampaio ve Martins, 2014)

AG uygulaması olarak baktığımızda Nakagin Capsule Tower buna örnek olarak verilebilir. Mimar Kisho Kurokawa tarafından tasarlanan ve savaş sonrası kültürel bir dirilişin simgesi olan bu yapı 140 adet bağımsız kapsül konuttan oluşmuş olup 1972 yılında Tokyo’da hizmete açılmıştır. Yapının zaman içerisinde yıpranması ve kullanılmaması nedeniyle Nisan 2022’de yıkımına karar verilmiştir. Metabolizm akımı öncülerinde biri olan yapının varlığını sürdürmesi için 3B dijital üzerinde çalışan bir şirket olan Gluon tarafından modellenmesinin yapılmasına başlanılmıştır. Kültürel ve mimari olarak değerinin gelecek nesillere aktarılmasını amaçlayan bu kuruluş, yapıdan lazer tarama ve drone teknolojisi ile elde edilen yaklaşık 20.000’den fazla fotoğrafı birleştirip artırılmış gerçeklik modelini oluşturmuştur. Bunun yanı sıra başka bir mimarlık ofisi olan BDP tarafından da yapının OpenSea adlı platforma NFT olarak satışa çıkartılması üzere dijital olarak üretilmesi Kisho Kurokawa Mimarlık önderliğinde gerçekleştirilmiştir.



Resim 3.7: Nakagin Capsule Tower-sol (Dezeen, 2022), Nakagin Capsule Tower AR-orta (Gluon, 2022), Nakagin Capsule Tower NFT-sağ (OpenSea, 2022)

Sanal gerçekliğin yapım sektöründe kullanımı daha sınırlı çerçevededir. Yapılı çevre ve sanal gerçeklik birleşimindeki eksiklikten dolayı yapıli çevrede SG uygulaması yetersiz kullanımdadır. Gerçek çevre ve sanal arasında olan entegrasyon sorunu için SG sistemlerini ve uygulamalarını geliştirirken gerçek dünya ihtiyacı göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanıcı gereksinimlerine uygun bir şekilde hazırlanan sanal gerçeklik sistemleri başarılı olabilir. Ayrıca sanal gerçeklik başarısı için yapıli çevrenin uygulama aşamasında görev yapanlar, bilgisayar mühendisliği ve diğer bilimler ile insan faktörü ile ilgilenenlerin beraber çalışması gerekmektedir (Kim vd., 2013).

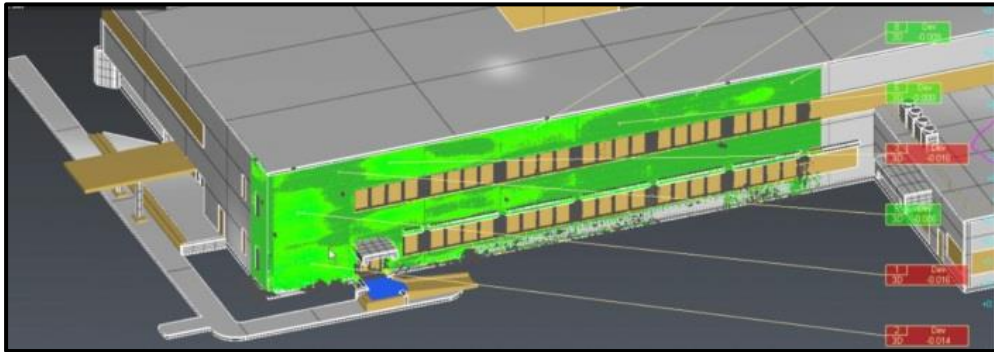
İnşaat yönetiminin geleceğinde AG ve SG teknolojilerinin olduğu açıkça görülmektedir. Günümüzde proje görselleştirmelerinde, eğitimde, güvenlik yönetimi

ve ilerlemenin takibinde kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra maliyetinin yüksek olması, teknolojiyi kullanacak yeterli uzman bulunmaması yeniliklerin benimsenmesindeki engeller olarak karşımıza çıkmaktadır (Ahmed, 2019).

3.1.2. 3B Lazer Tarama

Yapı bilgi modellemesi ile gelişen lazer tarama teknolojileri ise 3B model elde etme adına önemli bir buluş olmuştur. Yapıların üç boyutlu modelini oluşturmak lazer tarama teknolojilerinin temel kullanım amacını oluşturur. Yapım sürecinin planlama ve tasarım aşamalarında sahada lazer tarama yapılarak modelleme yapılması ve saha modeline göre yapılacak yapının modelinin eklenerek olası tasarım yanlışlarının saptanması bu teknolojinin kullanılmasının önemli kazançlarından birisidir. Aynı zamanda lazer taramada nokta bulutları ile elde edilen modeller yapının tamamlanma yüzdesini tespit etmek amacıyla da kullanılabilir. Geleneksel zorlu yöntemlerle kıyaslandığında insan gücü, zaman ve maliyet kazanımı konusunda birçok olumlu yönü bulunan bu teknolojilerin kullanımı giderek artmaktadır (Kula ve Ergen, 2017).

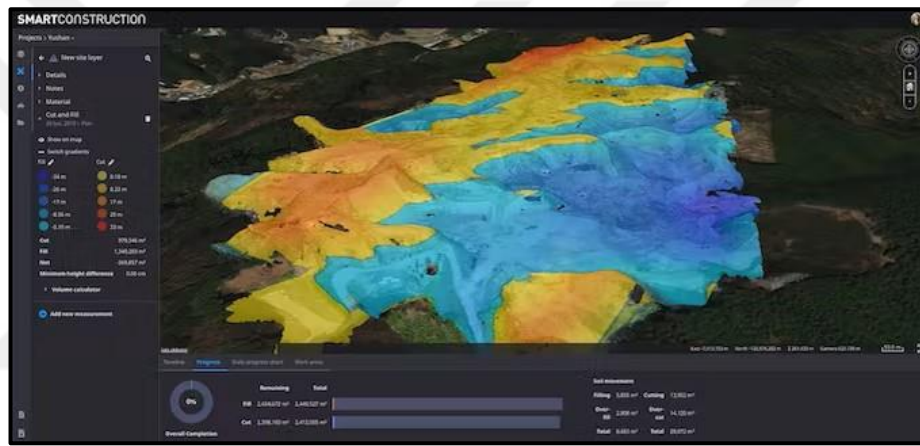
3B lazer tarama teknolojisi mimari, arkeoloji, restorasyon, inşaat sektörü ve farklı mühendislik alanlarında kullanılmaktadır. Lazerler bir tripod üzerine yerleştirilir ve 360 derecelik dönüşü esnasında veri toplanır. Tarama işlemi sonrasında elde edilen verilere “Nokta Bulutu” denir. Nokta bulutları ile binaların tadilatın önceki görünümüne, ayrıntılı görsellerine, BIM entegrasyonuna, plan ya da cephelerinin görünüşlerinin çizimlerine ulaşmak mümkündür. CAD ya da BIM’de 3B model yapılması istendiği zaman da nokta bulutundan faydalanılabilmektedir (Laras, 2022).



Resim 3.8: 3B Lazer Tarama (Laras, 2022)

3.1.3. Drone Teknolojisi

Lazer tarama teknolojilerinde kullanılan araçlara örnek olarak drone'lar verilebilir. Drone teknolojilerinde ilerleme sağlanması yapım sektöründe de kullanımı konusunda çarpıcı uygulamaların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu teknolojilerden biri 3B veriler ile 3B görselleştirme sağlayan aynı zamanda oyun motorları için de gerçek dünya verilerini kullanan Cesium Ion yazılımıdır. 3B haritalar oluşturmak amacıyla oluşturulan açık kaynaklı bir yazılım olup fiziksel dünyadaki verileri kullanarak sanal evrende 3B olarak deneyimleme imkânı sunmaktadır. Drone'lar, şantiyelerde kullanılan akıllı cihazlar ve 3B tasarım modeller aracılığı ile elde edilen veriler sonucunda farklı yüzeylerin ölçümlendirilmelerinin yapılarak gerçekte olan ile hedeflenen değerler arasındaki farkı görmek mümkündür.



Resim 3.9: Şantiye İlerlemesini Gösteren Yazılım (Cesium, 2022)

3.1.4. 3B Yazıcılar

İnsanlığın barınma ihtiyacına yenilikçi bir çözüm olan 3B Yazıcıların inşaat sektöründe kullanım örneklerini giderek daha fazla görmekteyiz. Katlamalı üretim olarak da tabir edilen bu yöntemde bilgisayar ortamında katmanlar oluşturularak hazırlanan tasarımların üretim süreciyle sonuçlanmasını görmekteyiz. Sektörde malzeme maliyeti, kalıp kullanımı ve proje süreçleri düşünüldüğünde her yönden avantajlı olan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir yapı malzemeleri kullanılmasıyla da çevre kirliliğini azaltma olarak büyük katkısı bulunmaktadır. 3B yazıcı ile inşaaya örnek olarak New York'ta 2.000 metrekarelik alanda inşa edilen 4 yatak odası, 2 banyosu ve garajı olan ev verilebilir. Ağustos 2022 itibariyle en büyük 3B baskılı ev niteliğini taşıyan bu yapının inşası sadece 15 gün sürmüştür (Sq4d, 2022).



Resim 3.10: 3B yazıcı ile yapılan ev (Sq4d, 2022)

3.2.Yapım Sektöründe Metaverse Kullanımı

Sektör kapsamında kullanılan yöntemler bilgi iletişim çağında yeni gelişmelerin çıkması ile beraber sorun olan noktalara farklı girdiler olarak çözüm yaratmaktadır. Metaverse’te yapım sektörü ile ilgili çalışmalara genel perspektiften bakınca yapılan çalışmaların daha çok başlarda olduğu anlaşılmıştır. Metaverse teknolojileri olarak gayrimenkul, proje planlama ve dijital ikiz kapsamlı çalışma örnekleri ve düşünceleri bulunmakta olup aşağıda başlıklar halinde anlatılmaktadır.

3.2.1. Sanal Gayrimenkul

2022 yılının ilk çeyreğinde sanal arsa satışlarının patlaması Metaverse’e ilgiyi artırmıştır. 10 yıl içerisinde 8 trilyon doları küresel ekonomiye kazandıracağı öngören bu platformda sanal evren gayrimenkulünde 10 milyona varan satışın gerçekleşmesi öngörülmektedir. Sanal arsa satışı Türkiye’de de 2022 yılı itibariyle bir yükselme yaşamış olup yaklaşık yirmi bin civarında satışı sağlamıştır. Bunu yanında sanal arsa satışlarına ek olarak sanal konut satışlarının da başladığına şahit olmaktayız (İmsad, 2022). Pazar payının yüksek oranda olması birçok firmanın Metaverse’te yerini hazırlamasını hızlandırmıştır. Fakat bu platform gayrimenkul ticareti olarak bu sansasyonel çıkışının ardında birçok yeni teknolojiyi barındırdığı için toplumda kavram imgesi açısından yanlış bir yöne gitmesinin de engellenmesi gerekmektedir.

3.2.2. Sanal Proje Yönetimi

Sanal gerçeklik gözlükleri ile üç boyutlu bir deneyim içerisinde etkileşimde bulunmanın inşaat ve gayrimenkul sektörü açısından önemli bir avantaj sağlayacağı belirtilmektedir. Özellikle müşterilerin projelerin içerisinde üç boyutlu olarak gezebilmesinin süreçleri kısaltmada, verimliliği artırmada, müşteri memnuniyetini

artırmada etkin bir rol oynayacaktır. İnşaat şirketleri olarak ise uzun vadede maliyetleri düşüren bir etkisi olacaktır. Yapım sektöründe görebileceğimiz bir diğer avantaj sağlayacak örnek ise bu teknolojinin inşaat malzemelerinin üç boyutlu olarak tanıtımına imkan vermesi; malzemelerin sanal ortamda kullanımlarının test edilerek doğru malzeme seçimlerinin yapılmasına dolayısıyla sürdürülebilirliğe de katkı sağlanması olarak verilebilir (İmsad, 2022).

Metaverse sisteminde gerçek hayatın simülasyonu olarak sanal ortamda yapı tasarlanarak SG aracılığıyla bütün kullanıcılara aynı anda ulaşım sağlayabileceği ve uzaktan iş birliği yapılmasına olanak verebileceği için mimari ve mühendislik ekibi için hem planlama, koordinasyon ve kontrol olarak daha etkin olabilmelerini hem de kullanıcılar için çevresel etkilerin de bu deneyime katılmasıyla yapıyı daha iyi hissederek karar vermelerini sağlayabilir. Mühendis ve mimarlar sanal evrenlerde istedikleri kadar deneme yaparak bunun gerçek hayattaki yansımada daha az hata daha az maliyet ve daha fazla güven ile yapı inşa edilmesini sağlayabilir. Çünkü sanal ortamda yaratılacak her yapının gerçekte üretim sürecine bir ayna olacağını söylemek olası görünmektedir.

3.2.3. Kullanıcı Etkileşimi

Çevresel etki ve kullanıcı deneyimi olmadan karmaşık projeleri tasarlamak mekân algısını azaltabileceğinden proje revizyonlarına sebebiyet vermesi kaçınılmazdır. Sürekli revizyon olması projenin başta tasarlanırken koordineli çalışılmamasından kaynaklandığı gibi kullanıcılar tarafından gelen fikir değişimlerinden de kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak yapım süreci planlamasından sapılması zamanında inşaatların bitmemesi ve artan maliyet sorunlarını karşımıza çıkarmaktadır. Diğer yandan kullanıcıların ürün deneyimlerindeki amaçları olan fonksiyonel ve duygusal ihtiyaçları ele aldığımızda genelde duygusal ihtiyaçların ikinci plana atıldığı belirtilmektedir. Duygusal ve sosyal beklenti karşılanamadığı durumlarda kullanıcı ile etkinlik bağının da zayıfladığı belirtilmektedir (Akın, 2019). Kullanıcıların yapım sürecine dahil edilmesiyle kullanıcı deneyimi hakkında pozitif yönde bir etki yaratacağı söylenebilir. Yapılan bir çalışmada artırılmış sanal gerçeklik uygulamalarıyla kullanıcıların yaşadığı birebir deneyimin bir etkileşim yarattığı ve bunun ürün satın alma kısmında güçlü bir etken olduğu tespit edilmiştir (Avcılar ve D. Külter, 2019). Başka bir çalışmada sanal gerçeklik gözlükleri aracılığıyla sanal ortamda kullanıcılara tarihi mekanların gezilmesi deneyimi yaşatılmış ve çıkan

sonuçlarda gerçekliğe çok yakın bir deneyim hissettirdiği, nesnelerin ve mekân algısının gerçekçi olmasının etkileyciliği belirtilmiştir.

3.2.4. Dijital İkiz

Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin ve IoT çözümlerinin benimsenmesi zamanla dijital ikiz kullanımı için de bir talep oluşturmuştur. Dijital ikizin pazar değeri 2021 yılında 10,27 milyar USD olup 2027 yılı için de tahmini 61,45 milyar USD olması beklenmektedir (Research and Markets, 2022). Pazar payının artacak olması dijital ikizin yapım sektöründe kullanımına da dikkat çekmektedir.

Dijital ikizler, gerçek ortamdaki nesnelerin sanal modellerini içermektedir. Fiziksel ortamda var olan yapıların çevresiyle birlikte değerlendirilmesine olanak tanımakta olup herhangi bir değişiklik durumunda da nasıl davranacaklarına yönelik tahminlerde bulunulmasını sağlamaktadır. Maliyette yanlış hesaplamaların önlenmesi, enerji tüketimi ve karbon emisyonlarının hesaplanmasından peyzaj düzenlenmesine kadar olan bütün unsurlar ile proje uygulanmasından önce ön bir hazırlık sürecini kapsama ve değişiklik yapılmasına imkan tanıma özelliği ile de daha gelişmiş ve dikkatli bir şehir planlanmasına üst bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır (Arkitera, 2022).

Sektörde dijital ikiz kapsamında yapılan çalışmalar henüz sınırlı sayıda olmasına rağmen bu alanda etkileyici örnekler de bulunmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak Suudi Arabistan'da Kızıldeniz'deki Cidde Corniche tatil beldesinde yapım aşamasında olan Lamina Tower verilebilir. Gelişmiş bir dijital ikiz yazılım hizmetleri sağlayıcısı olan ABD'nin Chicago merkezli Cityzenith şirketi bu kapsamda çalışma yürütmektedir. 929 m²'lik bir alanda yapımı devam eden ve ülkenin en lüks konutu olmak niteliği taşıyan bu kulenin dijital ikizi yaratılarak yapım organizasyonlarının en elverişli şekilde yürütülmesi ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Aynı zamanda teknolojik yenilik ve kolaylık olarak da bazı hizmetlerin sunulması planlanmaktadır. Bunlardan ilki yapının dijital ikizinin ve çevresinin masaüstü uygulaması kullanılarak görülebilesidir. Bu özelliğin öncelikle mimarlar, mühendisler ve müteahhitler tarafından kullanılması amaçlanmaktadır.

Satış ve pazarlama amaçlarıyla yerleştirilecek olan web tabanlı bir uygulama da olası alıcıların mülkü binanın dışından bağımsız birimlerin içine kadar 'sanal olarak' gezilmesine olanak tanıyacaktır.



Resim 3.11: Lamina Tower (Lamina, t.y.)

Bunun dışında mobil bir uygulama ile de bina sakinlerini sadece avuçlarındaki bir aletten önemli hizmetlere bağlanmasını sağlayacaktır. Kullanıcılar park yeri bulma, spa veya güzellik salonu gibi randevular alma, yerel restoranları kontrol etme, güvenlik kamerası görüntülerini gerçek zamanlı olarak inceleme gibi olanaklara bir mobil uygulama ile erişebileceklerdir (Construction Week, 2021).

Dijital ikiz alanında hizmet veren ve enerji üzerine çalışan bir platform olan Akila ile de yine mülk yönetimi ve optimizasyon için en güçlü seçenekler sunulmaktadır.



Resim 3.12: Akila Dijital İkiz (Aden, t.y.)

Sahip olunan fiziksel binalardan elde edilen verilerin birbirine bağlanması ve yapının yaşam döngüsünde kullanılması sağlanmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi kullanılarak görselleştirme sağlanmakta ve dijital ikiz teknolojisi ile de projelerin takibi gerçekleştirilmektedir. Sonrasında yapay zeka kullanılarak yapılan veri analizleri ile daha düşük karbondioksit emisyonları ve kullanıcılarda refahın artırılmasına yönelik optimum çözümler bulunmaktadır. (Akila, t.y.)

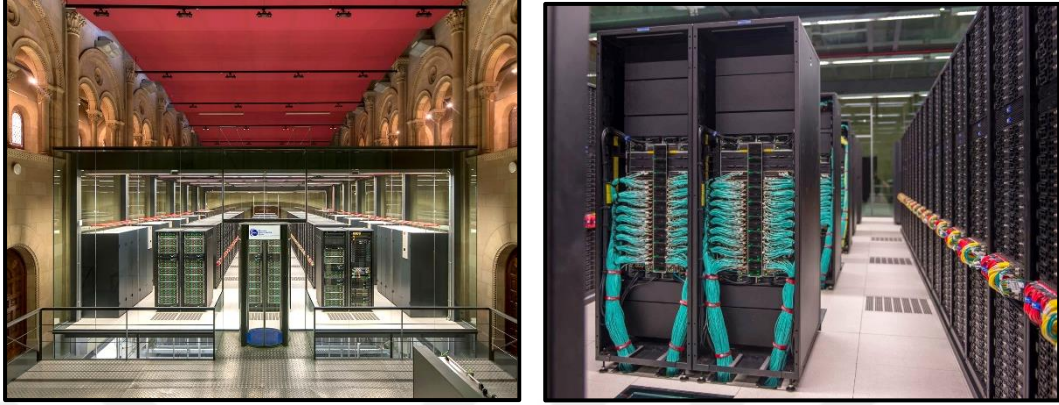
Dijital ikiz kullanım alanlarından biri de akıllı şehirler olarak görülmektedir. İlk olarak 2017’de Çin Bilgi ve İletişim Teknolojileri Akademisi tarafından önerilmiş olup “akıllı şehirlerin dijital ikizleri” olarak tanımlanılmaya başlanmıştır. Dijital ikiz şehir; kentsel planlamada ve yönetimde karar vermeye yardımcı olmasının yanı sıra çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve insanların daha rahat koşullara erişmesi için veri ve dijital teknolojilerin kullanılması olarak da tanımlanabilmektedir. Projelerde önerilerin birçok denemeye risksiz olarak denenebilmesi verimliliğin artırılmasında da önemli bir etken olarak görülmekte olup daha güçlü bir yönetim imkanı sunmaktadır. Başta Çin olmak üzere Singapur, Amerika, Hollanda, Finlandiya ve Türkiye gibi birçok ülke dijital ikiz şehirler oluşturma adına adımlar atmakta ve geliştirmeye devam etmektedir (Özdamar, Öztatlı, 2022).



Resim 3.13: Sanal Singapur Aden (t.y.).

Dijital akıllı şehir kapsamında yapılan çalışmalara Barselona’daki yeni şehir meydanları oluşturulması örnek olarak verilebilir. Yeni yapılacak şehrin planında yaya trafiğine öncelik verilerek araç trafiğinin azaltılması, hava kirliliğinin önlenmesi ve daha sağlıklı daha yeşil güvenli kamusal alanların oluşturulması amaçlanmıştır. Proje çalışmaları 2016 yılında şehrin hava kirliliğine karşı olan bir mücadelesi sonucu

başlanmıştır. Barselona çevresinde araç trafiğine kapalı mini mahalleler yani yerel kullanım adıyla “süper bloklar” oluşturulmuştur. Sonrasında elde edilen verilerin dijital ikiz ile analizinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır (Archinect, 2022).



Resim 3.14: Torre Girona Şapeli-MareNostrum Süper Bilgisayarı (Barcelona Supercomputing Center, t.y.)

Dijital ikiz, Katalonya Politeknik Üniversitesi kampüsünde bulunan Torre Girona şapelinin içinde 2005 yılından itibaren var olan ve dünyanın en güçlü veri işlemcilerinden biri olan MareNostrum süper bilgisayarına yerleştirilmiştir. Bu sayede dijital ikiz, şehir uzmanlarının, mimarların ve planlamacıların uygulama teorilerini şehrin fiziksel durumunu bozmadan test etmelerine olanak tanımıştır. Yapılan çalışma ile süper blokların kendi içerisindeki hava kalitesi üzerindeki olumlu etkilerinin süper bilgisayar tarafından yapılan analiz ile önemsiz olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Dijital ikiz ile yapılan bu analizde süper bloklar içerisinde hava kalitesinin iyileştiği fakat bu sefer de araç trafiğinin kaydığı diğer sokaklarda hava kirliliğinin arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak da süper blokların her konuda çözüm sağlamadığı ve karbon emisyonlarının azaltılması için başka politikalara ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. Bu açıdan şehrin iklim değişikliği ile olan mücadelesinde hedeflere ulaşmak ve gelecekteki gelişiminin şekillendirilmesi için dijital ikizin bir şehir planlama aracı olarak kullanılması planlanmaktadır (Archinect, 2022).



Şekil 3.8: Süper Blok Modelleri (The Conversation, 2019)

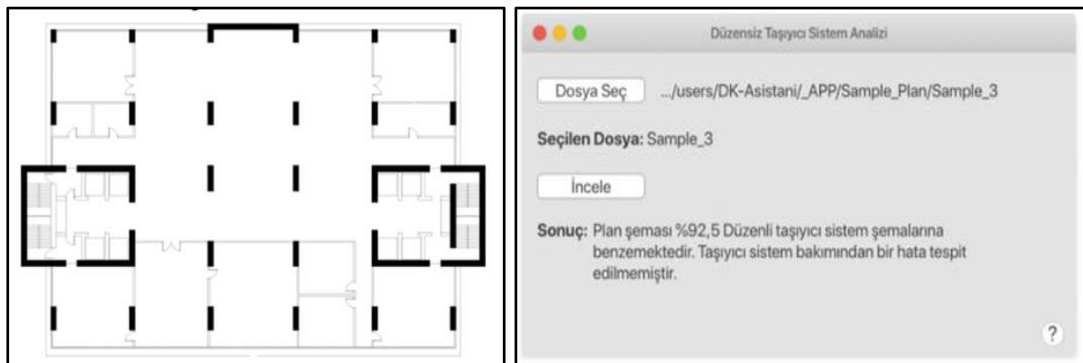
3.2.5. Yapay Zeka

Çağımızda yaşanan teknolojik gelişmelere sektör olarak uyum sağlamak verimli bir proje yönetimini sağlama bakımından önem arz etmektedir. Yapım sektöründe inşaat mühendisliğinin farklı sorunlara kolay ve akılcı çözüm bulmaları, işleri daha pratik seviyeye taşımaları için önerilen çalışmalarda son yıllarda yapay zeka ağırlıklı olarak görülmektedir. Sektördeki küresel pazarda yapay zeka kullanım payının 2016 yılına kadar 4,51 milyar ABD dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Zaman ve maliyetin yanına kalite ve güvenlik sağlama açısından da yapay zeka farklı süreçlerle verimlilik sağlama adına sektörde yer almaktadır (GlobeNewswire, 2019). Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) endüstrisi karmaşık sorunları içeren bir yapıda olduğu için yapay zeka kullanımı açısından güçlü bir uygulama alanı olarak bulunmaktadır. İnsanlar tarafından çözümün zor olduğu sorunların yapay zeka ile ele alınması üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Darko v.d., 2020). Günümüzde yapay zeka inşaatlardaki araçlarda kullanılmakta olup pil seviyesi, sıcaklık yada arızalar hakkında bir çok veri sağlamaktadır. Ayrıca şantiyelerde risk seviyesini düşürmesi ve araçların daha güvenli kullanımını sağlaması bakımından da faydalı olan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (TR AI, 2021).

İnşaat projelerinde zaman ve maliyet konularında doğru tahminde bulunulması ve güncel karmaşık sorunların çözümü yapay zeka ile mümkün olmaktadır. Projelerde başlangıç ve bitiş tarihlerinde gerçeğe en yakın tahminin yapılması teslim süreçlerinde öngörüleni yakalamayı ve bütçeyi doğru kullanmayı sağlamaktadır.

Yeni endüstriyel süreçlerin geliştirilmesi, daha az hata ile üretim verimliliğinin artırılması ve denetleme yapılabilmesi yapay zeka teknolojisinin kullanım avantajları arasındadır. Artırılmış Gerçeklik ile yapay zeka tekniklerinin beraber kullanımı ise insanların daha az tehlikeli ve fiziksel olarak da daha az efor gerektiren iş kalemelerini yapmasını sağlamaktadır (European Commission, 2020).

Yapay zekanın inşaat maliyetlerinde düşürücü etki yaratması başka yönleriyle de mümkün olmaktadır. Örnek olarak yapay zeka teknolojisi altyapısı ile inşaat sürecindeki yapılar sanal gerçeklik gözlükleri ve mini robotlar ile gezilebilmekte olup iş takibini kolaylaştırıcı etki yaratmaktadır. Bunun yanı sıra modern yapıların karmaşık elektrik ve sıhhi tesisat sistemlerinin tasarlanmasında da kullanılmaktadır (GlobeNewswire, 2019). Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesi ile mimari ve mühendislik anlamında 3B bir tasarım süreci sunulmaktadır. Fakat disiplinlerarası bir ortamda modellerin birbiriyle olan çatışmasının da önlenmesi gerekmektedir. Yine yapay zeka makine öğrenimi ile farklı tasarımların birbiriyle çalışması sağlanmaktadır. Bununla beraber farklı algoritmaların kullanımı ile kombinasyonlar oluşturularak proje alternatiflerinin üretilmesi ve en optimum seçeneğin bulunması da yapay zekanın proje planlama aşamasında sunduğu en önemli avantajlarından (Omega, 2020). Tasarım süreçlerinin erken aşamalarında kullanılması konusunda yapılan Şekil 3.9.'da gösterilen çalışmada derin öğrenme yöntemi ile makineye düzenli ve düzensiz taşıyıcı sistemler öğretilerek, mimari plandaki taşıyıcı sistem kurgusuna düzenli ya da düzensiz olarak yorum yapabilmesi sağlanmıştır. Mimari planlamalarda taşıyıcı sistemin iyi düşünülmeden yapılan tasarımların revizyonlara sebebiyet vermesi ile inşaat süreçlerinde zaman ve maliyet açısından problemin yaşanması sorununa karşılık bu çalışma yapılmıştır (Bingöl vd., 2020).



Şekil 3.9: Düzenli taşıyıcı sistem planı ve program yanıtı (Bingöl vd., 2020)

Derin öğrenme ve görüntü işleme teknikleri ile beraber mimari planlamada erken evrelerde taşıyıcı sistemi deprem yönetmeliğine uygun bir biçimde tespit edip değerlendirebilme imkanı tanınması çalışmanın ana hedefidir (Bingöl vd., 2020).

Şantiyelerdeki makine, ekipman ve işçi faktörlerinin birbirleriyle olan etkileşimlerine baktığımızda eş zamanlı olarak takip edilebilmesinin güç olması ve olası güvenlik, üretkenlik sorunlarına sebebiyet vermesinin yanında yapay zeka ile insan işgücünün daha doğru kullanımı ve şantiye yaralanmalarının da önüne geçilerek pahalı hatalara yer verilmemesi sağlanmakta olup yapım sürecinin daha verimli hale getirilmesi hedeflenmektedir.

3.3.Metaverse ve Mimarlık

Teknolojide yaşanan gelişmeler mimarlıkta tasarım araç ve gereçlerinin değişmesi ile başlamıştır. Mimari tasarım ve planlamaların görselleştirilmesi aşamasında T cetveli ile iki boyutlu çizimler, perspektif çizimleri ve üç boyutlu maket yapımı ile mimari projeler oluşturuluyordu. İnsanoğlunun bilgisayar teknolojisi ile buluşması geleneksel yöntemler yerine bilgisayar destekli tasarım programlarının (CAD) kullanımını artmıştır. Geleneksel ifade tekniklerinin yanında dijital ifade teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Dijital ortamda yapılan iki boyutlu çizimler, üç boyutlu modelleme çalışmaları mimari projelerin görselleştirilmesi adına daha zengin ve gerçekçi etki oluşturmuştur.

Mimarlık bölümü öğrencileri ile yapılan bir çalışmada geleneksel ve dijital ifade teknikleri üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmaya göre dijital ifade tekniklerinin geleneksel ifade yöntemlerine göre avantajları şu şekilde belirtilmiştir:

- Dijital ürünler daha kısa süre içerisinde üretilmektedir.
- Dijital ürün üretirken daha kısa sürede daha çok alternatif oluşturulmaktadır.
- Dijital olarak 2B-3B çizimler, animasyonlar, 3B görseller elde edilmektedir.
- Bilgisayar ortamında malzeme, ışık, gölge gibi etmenler ile oluşturulan modellerin 3B ve mekân algısı üzerinde daha etkili olmaktadır.
- Dijital ürünlerin bilgisayar ortamında sunulabilir olması uzaktan eğitime katkı sağlamaktadır (Yıldırım vd., 2010).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yaşanan dijitalleşme sürecinde ifade tekniklerinin de değişmesi ile mimarlıkta hep alternatif görselleştirme araçları türemiştir. Yaşanan bu süreçte mimarlar, 3B modellerden sonra sanal gerçeklik

ortamında proje kararları almaya başlamış ve yeni bir pazar yaratılmıştır. Sanal gerçeklik kullanımının mimarideki yansıması hakkında tespitleri olan sektör çalışanlarının düşünceleri aşağıda verilmektedir.

Suffolk-Yates Ulusal Direktörü Kyle Goebel, “Sanal Gerçeklik, tüm ayrıntıları doğru bir şekilde elde etmemize yardımcı oldu, bu da özellikle müşteriye dönük alanlar için önemli” (Toltar, 2013).

Suffolk-Yates Başkan Yardımcısı ve Baş İnovasyon Sorumlusu Christopher Mayer, “Projeler daha karmaşık hale geldikçe ve hesap verebilirlik ihtiyacı arttıkça, sanal gerçeklik teknolojilerinden yararlanmada önemli bir değer görüyoruz. Sanal Gerçeklik, müşterilerimizin gerçekten takdir ettiği türden öngörülebilir ve verimli sonuçlar sunmamızı sağlıyor” (Toltar, 2013).

Sanal gerçeklik kullanımının sektör paydaşları arasında hem görselleştirme hem de kullanıcıyı tatmin ederek pazarı genişletmek adına pozitif ivmeli bir etki yarattığı söylenebilir. Yapının algılanmasını kuvvetlendirmesi ve karar mekanizmasının sanal gerçeklik içerisinde daha hızlı çalışması hem proje ekibi hem de kullanıcı açısından olumlu karşılanmasını sağlayarak zaman ve maliyet gibi büyük öneme sahip unsurları kontrollü bir şekilde ilerletmiştir. Sektördeki rekabette yer edinme adına yaşanan sorunlarda ileri yenilikçi çözümler yaratılmasında farklı teknolojilerin kullanılması mimarlıkta da süregelen bir durum olmuştur. Metaverse’ün hayatımıza girmesiyle orada bulunan oyunlardaki yüksek özgürlük imkânı farklı iş gruplarında olduğu gibi gelişim ve yeniliklere açık mimarlık alanında da etkisini göstermiştir. Mimarlık için yeni bir dönüm noktası sayılabilecek olan yeni nesil görsel bir platform olan Metaverse günümüzde daha çok oyun endüstrisi kapsamında kullanılmaktadır. İçerisinde farklı evrenleri içeren bu platform sayesinde insanlara sanal ortamda gerçeklik deneyimi sunulmaktadır.

Metaverse ve mimarlık alanında ilişkiyi Türkiye özelinde arama motorundan çıkartılan istatistiksel bilgiyle de görmekteyiz. Ekim 2021 yılından Kasım 2022 yılına kadar olan süreçte ülkeler arasında Metaverse ile ilişkilendirilip aratılan konular Singapur’da daha çok emlak, teknoloji ve oyun olarak karşımıza çıkmaktadır. Çin sanat, okul, konser alanlarında, Birleşik Arap Emirlikleri ise sanal gerçeklik, oyunlar, blok zinciri alanlarında daha çok Metaverse’ü aramaya yönelik veri girişi yapmıştır. Türkiye’de ise mimarlık Metaverse’de birinci sıra ile aranan en çok alan olmuş olup

beraberinde oyunlar, sanal gerçeklik ve arsa alma konuları da ilgi alanları olarak karşımıza çıkmaktadır (Google, 2022).

Mimarlık ve Metaverse arasındaki artan bağlantı kurma isteği ile bu yeni dünyanın kapıları mimarlığa da açılmış olup oyun sektöründe mekanlar tasarlamak üzere mesleki varlığını göstermiştir. Sonrasında büyük kuruluşların “Metaverse’te ben de varım” sloganıyla sanal evrenlerde şubelerini oluşturmaları sanal mimarlık hizmeti veren firmalara sanal binalarının projelendirmeleri ile gerçekleşmiştir. Aktif katılım sağlanan bu alanın zaten daha önceden sanal gerçeklik hizmeti ile deneyimlenmesinin yanında insanlara ne sunacağı da merak konusu olmuştur. Derya Karadağ’a göre Metaverse’ün sanal gerçekliğin ötesine geçmesi Metaverse ve sanal gerçeklik arasındaki bazı temel farklardan kaynaklanmaktadır. Sanal gerçeklikte taklit edilme ve bireysel temsiliyet özelliklerine karşın Metaverse’de kalıcılık, çevrimiçi olma ve kullanıcıların sosyal deneyim ile aktif katkısı gibi belirli unsurlar ile fark yarattığı düşünülmektedir. Tasarım sürecinde fiziksel ve yapıli çevrenin görselleştirme ve simülasyonlar yardımıyla bir bütün olarak değerlendirilmesi önemli bir etken olarak tarif edilmektedir. Metaverse’de de fiziksel yapıların sanal evrende yapıli çevre ile dijital ikiz olarak kullanılmasının tasarım ve üretim süreçleri için önemli bir gelişme olacağı belirtilmektedir (Karadağ, 2022).

Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesinin programları sayesinde tasarımların tüm mühendislik projeleriyle çakıştırılıp bir bütün olarak görülebilmesi sağlanmaktadır. Metaverse mimarlığı farkını burada ortaya çıkaracaktır. Çünkü karmaşık ve büyük projelerde 3 boyutlu algılama ile yapılacak yapım yönetiminin daha kuvvetli bir etki yaratacağı düşünülmektedir. Proje yönetim süreçleri Straw’a göre proje başlangıcı, proje planlama, proje yönetme, proje izleme-kontrol ve son olarak da proje kapatma olarak sıralanmaktadır (Kesim, 2018). Metaverse de yapıyı hissederek içinde bulunulması deneyiminin ve bunun herkes tarafından yapılabilmesinin bu süreçlerden planlama, koordinasyon, riskleri yönetme ve verimliliğe olan etkilerinin ölçülerek bunun uygulama aşamasına yansımalarını görmek yapım sektörü açısından önem arz etmektedir. Ayrıca bu deneyime kullanıcı grubunun da katılmasının inşaat proje planlaması ve yönetmesi aşamasında revizyon yapılma riskini en aza indirebileceği söylenebilir.

Mimarlık mekanların, insanların ve etkinliklerin bir kabı olarak görülmektedir. Mimari unsurlar da insanların faaliyetlerini gerçekleştirmeye yarayacak mekanları oluşturması bakımından önemlidir. Metaverse ile de mimarının doğasının biçim ve

işlev bakımından değişikliğe uğrayacağı belirtilmektedir. Örnek olarak hologramlar yeni tür bir mimari malzeme haline gelecektir (Tang ve Hou, 2022). Henüz insanların dokunma, koklama, tatma gibi duyularını sanal dünya içerisinde hissedemiyor olmaları da gerçek dünyadaki kuzey, güney gibi yönler ile iklimsel birimlerin sanal tasarlama anlayışında yerlerinin olmadığını göstermektedir. Buna karşılık gerçek dünyada çok da görülmeyen amorf formlu daha dikkat çekici tasarımsal arayışlarının görülmesi deneysel tasarlama açısından da önem arz etmektedir. Yaşanan bu süreç içerisinde geleneksel olarak kullanılan malzemeler ve sensör teknolojileri geliştirilerek gerçek yapıların inşa aşamalarının dijitalleşmeye doğru evrilmesini sağlayacaktır. Zamanla gerçek ve sanal dünya arasında muğlaklık da çözüme kavuşup beraber uyumlu bir şekilde işleyen bir sistem haline gelecektir (Karakoç, 2022).

Tasarım ve gerçekliğin bir arada olduğu interaktif bir ortam olan sanal gerçeklik içerisinde istenilen her öğenin kurallara bağlı olmadan sergilenebilme seçeneği yaratması mimarlıkta dikkat çekici bir unsur olmuştur. İnternette yaşanan bu inovasyon ile gerçekleşen yeni dönemde mimarların da yeni iş alanlarında olması gerekecektir. İleride mimarlıkta mimar ve meta mimar olarak yeni ayrımlar da olabilecektir (Elmas, 2022). Ama bu gelişmelere adapte olunabilmesi için önce üç boyutlu düşünebilme, mekân ve insan ilişkilerindeki uzmanlıklarını, mekânı algılama ve kurgulamadaki deneyimlerini kısaca mesleki tecrübe ve bilgilerini Metaverse platformuna entegre edecek yazılımlara gereksinimleri bulunmaktadır (Aksüt, 2022). Şu anki yazılımların çoğu oyun sektöründedir. Bu yazılımlar içerisinde de iç ve dış mekânsal düzenlemeler bulunduğu için mimarlar sanal evrenlerde tasarımlarını gösterebileceklerdir. Proje sahipliği kapsamında bakacak olursak, gerçek hayatta çizimlerin imzalı bir şekilde kurumlara tescil edilerek telif hakkını almaları sanal evrende de mümkün olacaktır. Tasarımlarını blok zinciri teknolojisiyle NFT'ye dönüştürüp tescilini sağlayabileceklerdir (Şahmalı, 2022).

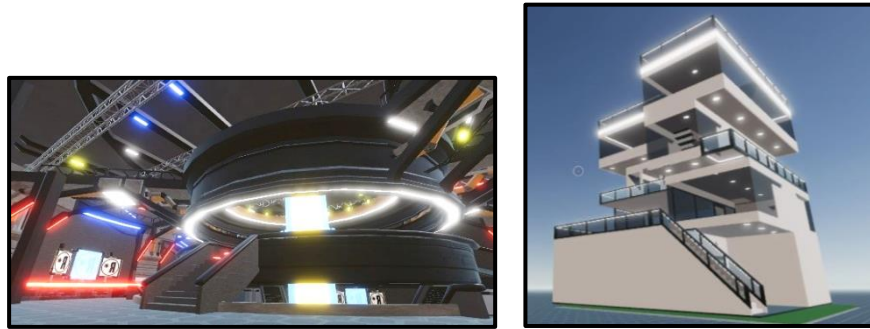
Metaverse'te dijital mimarlık, inşaat ve mühendislik gelecekte önemli oyuncular arasında yerini alacaktır. Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) endüstrisinde bu konuda bilgi sahibi olmak Metaverse'ün gelişimi açısından önem arz etmektedir. Fiziksel dünyada tasarım ve inşaat yönetimi birçok kısıtlamalar eşliğinde sürdürülmektedir. Metaverse'de AEC'nin disiplinler arası bilgilerin bir araya getirilmesi ve dijital ortamda proje yönetiminde koordinasyon sürecinin hızlanmasının sağlanması başka projelerin de sanal olarak yürütülmesinde teşvik oluşturması

bakımından önemlidir. Sanal evrende gerçek yaşamdan elde edilen parametrelerin toplanıp test edilmesi projelerin fiziksel dünyadaki inşa edilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini geliştirmeye de katkı sağlayabilir. Bununla beraber fiziksel dünyada işgücü bulma, zaman ve finansal problemler gibi birçok karmaşık görevin Metaverse’de yapay zeka sayesinde avatarlar ile hızlı olarak gerçekleştirilmesi mümkündür (Kwok, 2022).

Metaverse’de dijital gerçekliği geliştirip artırmak amacıyla faaliyet gösteren ve çeşitli Metaverse’ler oluşturan mimarlık şirketleri bulunmaktadır. Metaverse platformunda mülk sahiplerinin yeterli 3B tasarım ve kodlama bilgisi olmadığı görüşünde olan mimarlar bunun için sanal mimari firmalar kurmuş olup Metaverse dünyasındaki evrenlerde 3B sanal gayrimenkul yatırım, mimarlık ve tasarım hizmeti vermektedir. Bunun dışında oyunlaştırma olarak başlayan bu platformun asıl kullanıcılarının oyuncular olması da oyun dünyasında görsel şov yaratılmasını gerekli kılmıştır. Bu kapsamda sanal evren platformunda toplantı, fuar, galeri mekanları bulunan ve yapı tasarlanmasına olanak sağlayan bazı sanal evren platformları aşağıda örneklemeler ile açıklanmıştır.

3.3.1. Decentraland Architects

Decentraland Architects 2021 mart ayından beri Metaverse evrenleri için 3B modelleme ve oyun geliştirme hizmeti sunmaktadır. Mimarlar ve oyun geliştiricilerinden oluşan ekibiyle 3B tasarım, kodlama ve blok zinciri teknolojisini kullanarak sanal dünya projelerinin oluşturulmasında rol almaktadırlar.

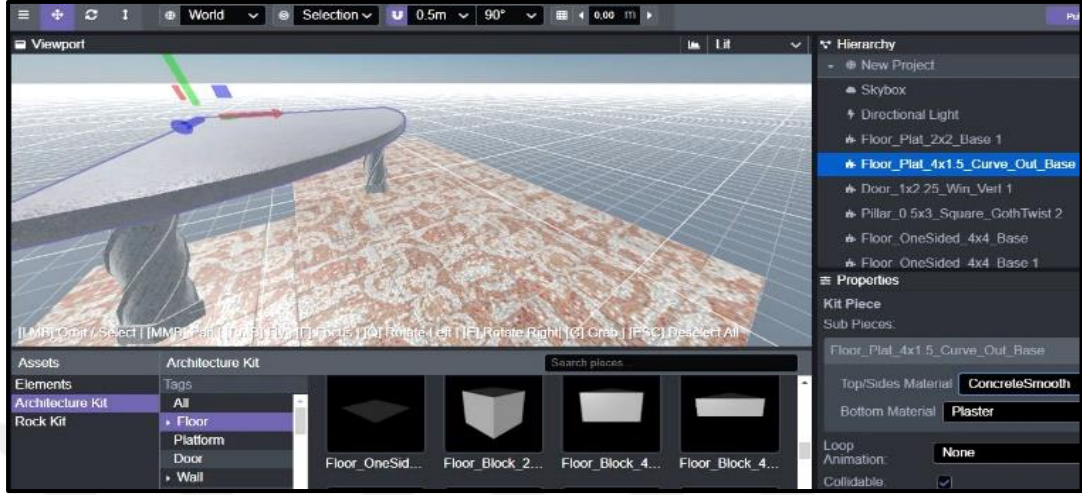


Resim 3.15: Decentraland’ta 3B Tasarım Yapı (Decentraland Architects, 2022)

3.3.2. OVR

Merkeziyetsiz özellikte olan bu platform AR ile gerçek ve sanal dünya birleşimine olanak tanımaktadır. Avatar oluşturma, OVRLand satın alma üzerine kendi içerisinde bir pazarı bulunmaktadır. Gerçek dünya haritası üzerinde oluşturulan parsellerin satışa çıkartılması bu platformu en popüler sanal arsa kanalı yapmaktadır.

Bunun dışında OVR, içerisinde bulunan inşa etme seçeneği ile üç boyutlu yapı elemanları kullanılarak istenilen renk ve malzeme atamaları ile nesne oluşturmaya olanak tanımaktadır.



Resim 3.16: OVER Web Builder ile üç boyutlu üretim yapmak (Over, 2022)

3.3.3. Wilder World

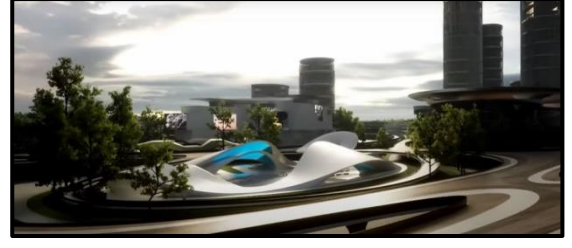
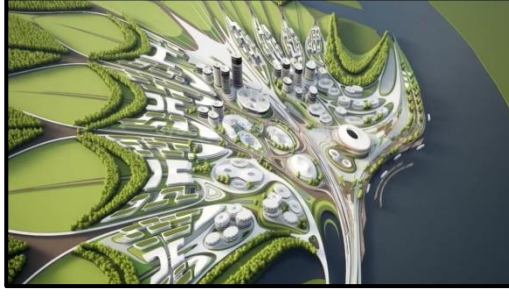
Metaverse alanında faaliyet yapan bu platform da NFT ve oyun sektöründe bulunmaktadır. Evren içerisinde oluşturdukları Fütüristik yapılarıyla dikkat çekmektedir.



Resim 3.17: Wilder World platformu (Wilder World, 2022)

3.3.4. Zaha Hadid Architects “Cyber-Urban”

Zaha Hadid Architects (ZHA) tarafından bir metaevren olan World Liberya içerisinde “Cyber-Urban” şehri yaratılmıştır. ZHA çizgileri taşıyan dikkat çekici yapıları içeren bu evren daha çok kripto projeler için sanal endüstri olarak tasarlanmıştır.



Resim 3.18: Cyber-Urban (Stouhi, 2022)

3.3.5. SpaceForm

Dijital medya konusunda uzman, 3B teknolojilerini kullanarak Metaverse’de var olan kuruluş SpaceForm ise mimari, mühendislik, gayrimenkul iş alanlarında etkinlik göstermektedir. Sanal ortamlarda bütün disiplinlerin bir arada bulunarak iş birliğini kolaylaştırmada ve karar verme süreçlerini iyileştirmede yeni nesil bir platform olarak karşımıza çıkmaktadır.



Resim 3.19: Sanal ortamda proje toplantısı (SpaceForm, 2022)

3.3.6. Mytaverse

Fuar, konferans, showroom, simülasyonlar ile verimli personel eğitimi gibi farklı deneyimleri gerçekleştiren 3B çok kullanıcı bir platformdur. Farklı türlü etkin ortamlarının yaratılmasını sağlayarak dünyanın dört bir yanından katılımcılarla çevrimiçi etkileşimin gerçekleştirilmesinde rol almaktadır.



Resim 3.20: Mytaverse etkinlik alanları (Mytaverse, 2022)

3.3.7. Somnium Space

İçerisinde kendi sanal ekonomisi, sanal arazisi, pazar yeri ve oyunları olan 3B VR deneyimi sunan başka bir platformdur. Bu platformda ayrıca satın alınan arazide kendi yapınızı inşa etme deneyimi sunulmasına da olanak tanınmaktadır.



Resim 3.22: Somnium Space Yapı İnşası (Somnium Space, 2022)

3.3.8. iCreate

Sanal sosyallik, iş birlikleri, şirketlerin sanal genel merkez binaları için mekan ve yapı tasarlayan iCreate kuruluşu aynı zamanda ürün lansmanı, NFT galerisi hizmeti de vermektedir. İlgi çekici, sürükleyici ve esnek tasarımlar ile sanal dünyadaki yerini almaktadır.



Resim 3.21: iCreate etkinlik mekanları (İcreate, 2022)

3.3.9. Cesium

Gerçek hayattan edinilen 3B verilerle 3B deneyim yaşanmasının eğitim, sanatsal organizasyonlar, sanal müze faaliyetlerinde ve kültürel nesnelerin bir sonraki nesle aktarılmasında katı sağlaması kaçınılmazdır. Bu kapsada çalışmalarına devam

eden yazılım platformunda gerçek dünya verilerinin sanal ortama taşınması ve gerçeklik algısının daha da artırılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır.



Resim 3.22: Cesium ile oluşturulan gerçek dünya verilerinin sanal ortama taşınması (Cesium, 2022)

Günümüzde teknolojiadaki gelişmelerle sürekli olarak yenilenip gelişen bir mimarlık bulunmaktadır. Mimarlığın teknoloji ile birlikte bir etkileşim halinde bulunması birbirlerini geliştiren iki unsur olarak görülmektedir. Mimarlıkta insanların dşlediklerinin gerçekleştirilmesi teknoloji sayesinde olmaktadır. Bunun yanı sıra yapılamayan düşleri sanal dünyalarda gerçeklik olarak sunulabilmektedir (Sarığl, 2008). Mimarların gelecekteki rolü sadece fiziksel alanda yapılar inşa etmek olmayacak, ziyaretçilerin hissedebileceği varlıkları tasarlayanlar olacaklardır (Sarabil, 2022).

4. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

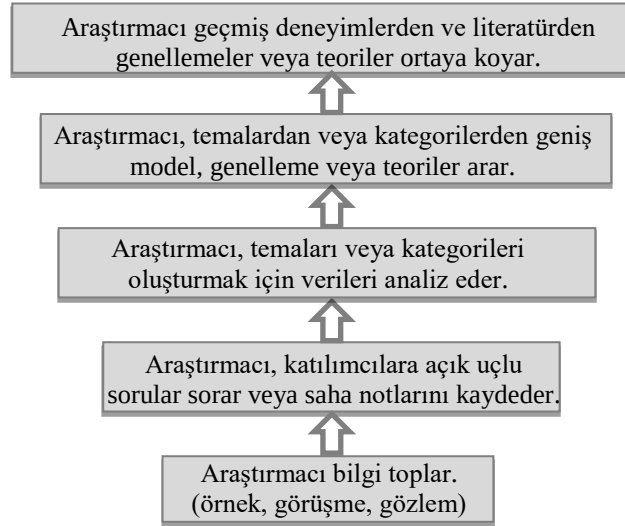
Çağımızda bilgi ve iletişime ulaşmada kullanılan yeni araçları her alanda olduğu gibi yapım sektörü ve mimarlıkta da kullanılmasını gerektirmiştir. Yeni teknoloji kullanımının gereksinim halini alması ile dünya pazarında oluşan bu hareketlilikte sektör çalışanları olarak yer edinilmesi gerekmektedir. Bu araştırma ile Metaverse'ün yapım sektörü ve mimarlık çalışanları tarafından kavranması ve sektörde kullanımına yönelik farkındalık yaratılması amaçlanmıştır.

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama aracı ve veri analizi bölümlerine yönelik süreçlere yer verilmiştir.

4.1.Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma “veri toplama tekniklerinden başlıcaları olan gözlem, görüşme ve doküman analizinin kullanıldığı, algı ve olayların mevcut ortamda gerçekçi ve bütüncül olarak ortaya çıkartılması süreci içeren araştırma olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bir başka tanıma göre insanların şekillendirdiği toplumsal sistemlerinin keşfedilmesi için oluşturulan bilgi üretim yolu olarak açıklanmaktadır (Özdemir, 2010). Nitel araştırmanın bir problem ya da konunun keşfedilmesinin ihtiyaç duyulduğu zamanlarda yapılmasına yönelik bir ifade bulunmaktadır. Belirlenen konular kapsamında teorilerin yeterli olmadığı zamanlarda da teorinin geliştirilmesi için nitel araştırmanın kullanıldığı belirtilmektedir (Creswell, 2021).

Bu tür araştırmalarda en çok kullanılan veri toplama yöntemi olarak “görüşme” kullanılmaktadır. Veri toplanırken yapılan görüşmelerde sözlü iletişimden faydalanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Araştırmacı bu yöntemde katılımcılardan görüşme ya da gözlem yoluyla veri toplayarak başlamaktadır. Toplanan veriler kategorilere veya temalara dönüştürülmektedir. Sonraki adımlarda oluşturulan temalar kişisel deneyimlerle veya konuyla ilgili mevcut literatürle karşılaştırılan model, teori veya genellemeler halinde geliştirilmektedir.



Şekil 4.10: Nitel Bir Çalışmada Araştırmanın Tümevarımsal Mantığı (Creswell, 2009)

4.2.Çalışma Grubu

Metaverse son yılda gündeme gelen yeni bir konu olması sebebiyle bu alanda ortaya konmuş bilimsel yayın sayısı yeterli ölçüde olmadığı için yapılan literatür çalışmalarına ek olarak Tablo 4.2.’de belirtilen çalışma grubundan 7 katılımcı ile görüşme yoluyla veri toplanması sağlanmış olup elde edilen verilerin literatür çalışmasını desteklemesi ve farklı düşüncülerin ortaya konması sağlanmıştır. Metaverse konusu 3B sanal evren deneyimi yaşattığı için görüşme yapılan katılımcılar Metaverse ve 3B görselleştirme alanında tecrübeye sahip kişilerden oluşturulmuştur. Bunun dışında sanal evren tasarımı, sanal arsa konularını içermesi bakımından mimar ve yapım sektörü içerisinde olan gayrimenkul alanında çalışan bir uzman ile de Metaverse kapsamında görüşme gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapım sektöründe 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 4.2: Çalışma Grubu Katılımcıları

K1	Mimar	MetaArchitect Kurucusu
K2	Mimar	Türkiye Metaverse Platformu Üyesi- Design Meta Labs CFO
K3	İnşaat Mühendisi	1 İnşaat Danışmanlık Kurucusu
K4	Mimar	Öğr. Üyesi- Mimarlıkta Sanal Gerçeklik
K5	Mimar	Dr. Öğr.Üyesi- Parametrik Tasarım, Tasarımda Dijital 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

4.3. Veri Toplama Aracı

Çalışmada görüşme yoluyla veri toplanması sağlanmıştır. Görüşme formu esas alınarak katılımcılara sorular yöneltilmiştir. Sorular içerisinde başka soruların da cevabı alındığı için bunları tekrar etmemek adına bir daha sorulmamıştır. Görüşme sorularının bağlantılı olması sebebiyle görüşmeler de doğal akışında ilerlediğinden katılımcılara müdahale edilmemiştir. Görüşmelerden elde edilen verilerin analiz edilmesiyle elde edilen bulgular açıklanmıştır.

4.4. Veri Analizi

Bu araştırmada Metaverse, yapım sektörü ve gayrimenkul alanında yapılan görüşmelerin incelenmesinde nitel veri analizi yöntemlerinden olan içerik analizi kullanılmıştır. Daha sonrasına elde edilen bulgular çerçevesinde yapım sektörü kapsamında bir SWOT analizi yapılmıştır.

Eylemde bulunmak insanları diğer canlılardan ayıran en büyük özellik olan “düşünme” ile gerçekleştirilir. Hukuk diplomalı bir şair olan Heinrich Heine tarafından dile getirilen bir sözde “Işık gök gürültüsünden, düşünce de eylemden önce gelir” denmektedir (Kidim, 2016). Bu tanımlamaya göre atılan her adımın, her teknolojinin ve her uygulamanın ardında bir düşüncenin bulunduğu bahsetmek mümkündür. Yeni bir teknoloji olan Metaverse için bu kapsamda düşüncelerin gücü adına görüşme yoluyla veri toplanması amaçlanmıştır. Etki mekanizması açısından güçlü bir öge olan sözcüklerin de düşüncemizin bir ürünü olması bu çalışmanın içerik analizi kullanılarak bulgu yorumlanmasına dayandırılmasında bir seçim etkeni olmuştur.

Söz ya da cümlelerin bilimsel nitelikli sayılması geçmişten günümüze süregelen deneyimlerin ve analizlerin yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır. Krippendorff, Klaus’ a göre içerik analizi metin ya da diğer anlamlı konuların yinelenen ve geçerli sonuçların çıkartılması olarak tanımlanmaktadır. Metinlerin anlamları üzerinde görülmesi, okunması ve yorumlanması kapsamında analiz edilmesi diğer sorgulama yöntemlerinden farkını ortaya koymaktadır (Krippendorff, 2004).

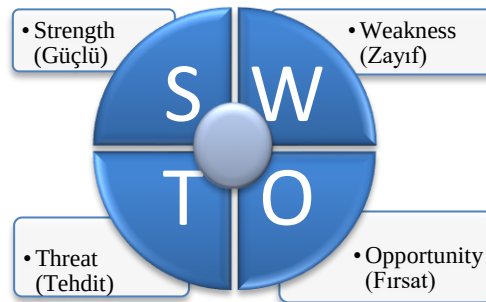
Bu araştırma dahilinde katılımcıların 11 adet açık uçlu yarı yapılandırılmış görüşme sorularını içtenlikle cevaplamaları talep edilmiştir. Bu sorular Tablo 4.3’de gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Çalışma kapsamında kullanılan görüşme soruları

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 gözüyle baktığınızda Metaverse geleceğimizi nasıl şekillendirecek? *Metaverse’e Türkiye ne kadar hazır?
Yapım Sektörü Kapsamlı Sorular	*Günümüzde yapım sektöründeki ihtiyaç ve beklentiler nelerdir? Metaverse bunları ne ölçüde karşılayabilir? *Metaverse’ün yapım sektöründe 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 ihtiyaç var? * Metaverse’de gerçekleştirilecek mimari faaliyetler nelerdir? * Dijital oyun tasarlamaktan başlayıp yeni evrenler oluşturmak ile devam eden bu süreçte mimarların rolü ne olacak? Mimarlık mesleği de yeniden şekillenecek mi? Mimarlık için farklı uzmanlık alanları gelecek mi?

Görüşme sonrasında formlardaki notlar düzenlenip analiz edilmeye hazır hale getirilmiştir. Katılımcılar görüşülme sırasına göre K1, K2, K3.. şeklinde kısaltmalar ile analizde yer almıştır. Analiz sonrasında tekrara bağlı olarak ortaya çıkan kod ve temalar kendi içerisinde bölümlere ayrılmış olup bulgular kısmında gösterilmiştir. Veri analizi sonrasında ortaya çıkan tabloda Metaverse ve yapım sektörü konusu SWOT analizi kapsamında detaylı bir şekilde incelenmiştir.

SWOT analizi iç ve dış durum analizini içeren stratejik bir yönetim tekniğidir (Devrim, 2006). Projelerin ya da kurumların güçlü ve zayıf yönlerini belirleyen, iç ve dış çevreden olabilecek fırsat ve tehditlerini ortaya çıkartır (Vikipedi, 2020). İlk olarak 70’li yıllarda iş yönetimi amacıyla kullanılan olan bu teknik daha sonraları farklı uygulama alanları için de bir analiz aracı olarak ele alınmıştır (Devrim, 2006). SWOT, bazı kelimelerin ingilizce baş harflerinden oluşmaktadır. Bunlar Şekil 4.11’de gösterilmektedir.



Şekil 4.11: SWOT Analizi

SWOT analizinde S harfi analiz yapılacak alanın güçlü yönlerinin tespitini, W harfi analiz yapılacak alanın zayıf yönlerinin tespitini, O harfi analiz yapılacak alanın sahip olduğu fırsatları ve T harfi de analiz yapılacak alanın karşısında olan tehditleri ifade etmektedir.

SWOT analizi yapılmasının başlıca iki faydası bulunmaktadır. Bunlardan ilki, analiz yapılacak alanın mevcut durumunu ortaya çıkartmaktır. Bu kapsamda güçlü ve zayıf yönler ile fırsatlar ve tehditleri içeren unsurlar tespit edilmektedir. Bu sebeple SWOT “mevcut durum” analizi olarak görülebilir. İkinci fayda olarak ise “gelecek durum” analizi olarak yaklaşmak mümkündür. Analiz yapılacak alanın gelecekte ne durumda olacağının tespitini ve tahminini sağlamaktadır (Devrim, 2006).

Çalışmada içerik analizi sonucu elde edilen bulgular neticesinde yapılan SWOT analizinde yapım sektöründe Metaverse uygulamalarının mevcut durumda nerede olduğuna ve gelecek projeksiyonda nelerle karşılaşacağına yönelik bir sonuca varılmaya çalışılmıştır.

5. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın amacı kapsamında yapım sektörü, mimarlık ve gayrimenkul alanında görev yapan katılımcıların Metaverse'ün ilgili alanlarda kullanım potansiyellerine ilişkin görüşleri incelenmiştir. Metaverse, yapım sektörü mimarlık ve gayrimenkul alanlarından seçilen 7 adet katılımcıya sorulan açık uçlu sorular ile veri toplanmıştır. Metaverse, yapım sektörü ve mimarlık olarak ayrı gruplandırılarak sorulan toplamda 11 adet soruya verilen yanıtlara göre kodlar oluşturulmuştur. Bu kodlar her bir soruya karşılık gelen düşüncelerden elde edilen ana fikri temsil etmektedir. Katılımcıların bazı sorularda ifade ettiği düşünceler birden fazla kod olarak ele alınmıştır. Sonrasında ortaya çıkan kodlar, katılımcıları niteler nitelikte tablolarda gösterilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan bütün kodlar kategorize edilerek kategoriler altında toplanmış olup kategorilerde kendi içerisinde bölümlenip temaları oluşturmuştur. Bulgular tema ana başlıkları altında kategori sırasına göre detaylı bir şekilde incelenmiştir. Tablo 5.4.'te araştırma konusu kapsamında oluşturulan kategorilerin temalara göre dağılımı gösterilmektedir. Bulgular neticesinde ortaya çıkan tabloda Metaverse'ün yapım sektöründe kullanımına yönelik bir SWOT analizi yapılarak değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 5.4.

Araştırma Konusu Kapsamında Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı

Temalar	Kategoriler
Metaverse	Metaverse Teknolojileri
	Metaverse'de Fırsatlar ve Riskler
	Türkiye'de Metaverse Kullanımı
Yapım Sektörü ve Mimarlıkta Metaverse	Yapım Sektöründe Metaverse Kullanım Alanları
	Sanal Dünyada Mimar İhtiyacı
	Metaverse Mimarlık Çalışma Alanları
	Mimarlıkta Yeni Roller

Metaverse Teknolojileri

Tablo 5.5.

“Metaverse Nedir? Metaverse’ü Bugünkü İnternette Farklı Kılan Temel Özellikleri Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

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

Tablo 5.5’e göre katılımcıların Metaverse ile ilişkilendirdikleri alanlar görülmektedir. Metaverse’ün tanımlanmasının 3 katılımcı çoğunluğu ile 3 boyutlu sanal dünya olarak ve özellikleri kapsamında da yine 3 katılımcı çoğunluğu ile beş duyu ile sanal yaşantı alanı olarak belirtildiğini görmekteyiz. Bunun dışında kripto alanı olması da bir diğer özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Konu ile ilgili “3 boyutlu sanal dünya, karma gerçeklik, beş duyu ile sanal yaşantı, blok zinciri-web 3, kripto ” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Pazarlama, eğlence ve benzeri etkileşimlerin olduğu üçboyutlu bir sanal dünyadır.” (K6)

“Karma bir gerçekliktir. En basiti sosyal bağlantı sağlayan sanal mekan olarak tanımlanabilir.” (K4)

“Karma gerçeklik içerisinde sanal bir ortamda görüşme, kripto cüzdan olması, blok zinciri, web 3 teknolojilerini içerir.” (K4)

“Metaverse’ün bugünkü internetten temel farkı his ve duygu olarak orayı yaşatmasıdır. Örnek olarak farklı yerlerdeki kişiler online toplantılarında ekrandan uzanıp diğer kişiye temas edebilecektir ve bunun hissedildiği anda bu Metaverse olacaktır.” (K2)

Metaverse’de Fırsatlar ve Riskler

Tablo 5.6.

“Fırsatlar ve Riskler Kapsamında Metaverse’ün Etkileri Neler Olacaktır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşler

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

Tablo 5.6’dan anlaşılacağı üzere Metaverse’ün genel olarak kolay sosyallik, maddi kazanç ve engelsiz alan sağlaması gibi fırsatlarının bulunduğu katılımcılar tarafından çoğunlukla belirtilen alanlar olmuştur. Riskler kapsamında ise 3 katılımcının aynı görüş olarak güvenlik alanını bildirdiği görülmektedir. Bununla beraber sanal yaşamının daha fazla olması da insanlar açısından risk olarak belirtilmiştir. Konu ile ilgili “ekipman rahatsızlığı, güvenlik, sanal yaşamda artma, maddi kazanç” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Fiziksel olarak elverişli olmayanlar için bu risk yerine fırsat olarak değerlendirilebilir...Şu an maddi kaynak olarak kullanıldığını söyleyebiliriz.” (K1)

“...Fakat şu anda en büyük tanım VR’dır. İleride bu karma gerçekliğe doğru gidecektir. Çünkü VR’ın uzun süre kullanılamaması, fiziksel olarak da rahatsız etmesi XR’a geçişi sağlayacaktır. Gerçekle birleşince daha uzun kullanılabilir olması XR’a yöneltmiştir.” (K4)

“Riskler kapsamında, her çıkan teknolojinin ya da her çıkan cihazın kötü zihniyetli insanların eline geçtiği zaman ne kadar tehlikeli olduğunu görüyoruz. Şu an siber saldırılar buna örnektir. Metaverse’de de buna örnek olarak sanal ortamda oluşturulacak bir atom bombasının o sanal dünyaya zihnen bağlanıp yaşayan insanlara frekans göndererek zihinleri hipnoz ederek kontrol altına alabilir.” (K2)

“Gerçeklik ve sanal alan arasında sanal dünyanın yalnızlığa itme gibi bir riski olabilir. Sanal dünyada vakit geçirmek bu anlamda korkutucu olabilir.” (K7)

Türkiye’de Metaverse Kullanımı

Tablo 5.7.

“Metaverse’e Türkiye Ne Kadar Hazır?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

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

Tablo 5.7’de Metaverse ile ilgili Türkiye’nin durumu hakkında yöneltilen soru itibariyle alınan görüşlerde birbiri ile çelişen ifadelerin olduğu görülmektedir. Geç ve hızlı adaptasyon görüleceği yönünde bulunan ifadeler bulunmakta olup genel anlamda daha çok devlet desteği olması ile bir ilerlemenin olacağına yönelik bir anlayış söz konusudur. Konu ile ilgili “geç adaptasyon, hızlı adaptasyon, devlet desteği ile” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Daha gelişmesi lazım. Metaverse ’ün oturmasına 5-10 yıl daha var. İlk başta tamamen VR üzerinden başladığı için, teknolojik olarak ülkece adaptasyonumuzun daha geç olacağı kesin.Yine burada kripto ön plana çıkıyor...Örnek olarak Avrupada bazı ülkeler kriptodan vergi almadıklarını açıkladı. Bu tamamen insanı çekme meselesi olacak. Türkiyede buna yönelik hareketler belli yatırımların gelişimini de etkileyebilir.... Yani kriptonun kabul edilmesi inanılmaz bir şekilde bu süreci hızlandırabilir.” K4

“Büyük ölçekte bakınca Türkiye her zaman olduğu gibi geriden gelecektir. Toplum yapımızda yenilik üretmek yok ama adaptasyon vardır. Bir şeyleri üretmek yerine daha çok kopyala yapıştırı seven bir toplumuz. Pragmatikiz, çok kolay uyum sağlıyoruz ve fırsatları güzel kullanıyoruz. Ama Metaverse ’de bu topraklarda böyle bir girişimimiz olacağını düşünmüyorum.” (K3)

“Z kuşağına sahip olmamızı düşünürsek bence Türkiye buna hazır. Zorluk çekileceğini düşünmüyorum. Metaverse’ü kullanmamız için 5G internet hızına ulaşmamız lazım. Sanal dünyayı duyularımızla hissetmemiz gereklidir. Böyle bir cihaz için milyon dolarlık bir yatırım ve yaratım gücü gereklidir. O yüzden belki Türkiye bunları yapabilecek güçte olabilir ama bunların donanımsal olarak da internet hızı gibi gerekleri vardır. Bireysel olarak zor ama devlet desteği ile Türkiye’de başarılı işler yapılabilir.” (K2)

“Dünya ile bağlantı kopmayacak ve aynı paralelde ilerleyecektir. Türkiye’de genç kuşağın olması adaptasyon sürecini hızlandırmaktadır.AR-GE çalışmalarının fazla olması ve kurumların burada rol almaya çalışması Türkiye’de olumlu etki yaratacaktır. (K7)

Yapım Sektöründe Metaverse Kullanım Alanları

Tablo 5.8.

“Metaverse’ün Yapım Sektöründe Kullanım Alanları Neler Olacaktır? (Örnek tasarım, saha çalışmaları, iş sağlığı ve güvenliği, mesleki eğitim vb.)” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

Kodlar	Katılımcı						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
AR				+			
Dijital İkiz			+				
Test Mekanı		+			+		+
Dijital Mağazacılık	+						

Tablo 5.8’de görüldüğü gibi yapım sektöründe çoğunluk olarak test mekanı olarak Metaverse kullanımının olacağı belirtilmiştir. Bunun dışında farklı kullanım alanları da katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Konu ile ilgili “dijital ikiz, test mekanı” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Yapının deprem ve yük risklerinin bir ikiz üzerinden çalıştırılması Metaverse’te ihtiyaç duyulan ve gerçekleştirilen iş olabilir. Üretilen yapının dijitalini üretip deprem ya da yük testleri yapılabilir. Belki de bu sanal evreni bir test mekanizması olarak kullanabiliriz. Dijital ikizdeki veriler üzerinden daha doğru işler gerçekleştirilebiliriz... Metaverse’ü belki de ileride dijital ikiz anlamında yapının üretim sürecinde kullanacağız. Test ederek gerçekte daha iyi yapılar yapılmasını sağlayacağız. Bunun dışında kullanıcının tasarımcının hayalini görüp üç boyutlu deneyimlemesi de çok önemli bir faktör olacaktır.” (K3)

“Günümüzde deprem bizim en büyük kanayan yaramızdır. Bir yapıyı sanal alanda inşa edip bunun 9,5 şiddetinde depreme dayanıklı olup olmadığını test edebileceğiz Metaverse dünyasında. Bu yapım sektörüne en büyük katkı olacaktır.. Örnek olarak bir müteahhit için kendi reklamını daha kolay yapma, daireyi daha kolay gezdirme sağlayabilir. Bu şu an sanal gerçeklikte yapılabilir ama Metaverse ile daha gerçek hislerle yapılabilir.” (K2)

“Örnek olarak iş sağlığı güvenliğinde fiziksel olarak eğitim amaçlı yapılacak tatbikat sanal ortamda yapılana göre daha fazla maliyet, efor ve risk içerecektir. Sanal ortamda ise bu yönden risk almadan deneyimleme imkanı sunar.” (K7)

Sanal Dünyada Mimar İhtiyacı

Tablo 5.9.

“Sanal Dünyada Mimarlığa Ne Kadar İhtiyaç Var?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

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

Tablo 5.9’a göre sanal dünyada mimara ihtiyaç olduğunu ifade eden 4 katılımcıya karşılık sanal dünyada mimar yerine tasarımcıya ihtiyaç var şeklinde ifade eden 3 katılımcı bulunmaktadır. Konu ile ilgili “ihtiyaç var ve mimar yerine tasarımcı” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Sanal evrende mimarlığa birbirleriyle yarıştıkları için ihtiyaç var. En farklı, dikkat çekici, en çlgın projeler sanal dünyada olacaktır. Dikkat çekmek için yarışılacaktır.” (K4)

“Mimar, yaşadığımız ortamı bize en kullanışlı, en verimli, en ekonomik olarak tasarlayandır. Sanal ortamda oluşturulan ortamda uzun süre kalabilmek için daha konforlu, göz alıcı mekanlar yaratma konusunda mimara ihtiyaç vardır. Ayrıca mimarların ergonomik olarak tasarımlar yapması sanal ortamda sadece tasarımcılara değil mimarlara da ihtiyaç olduğunu gösterir.” (K2)

“Metaverse’de tasarım yapılabilir ama bunu sadece mimarlar yapmaz. Mimara değil tasarımcıya ihtiyaç olacaktır... Bunun yanı sıra orada bazı insanların tercihi sebebiyle kendi yapılarını yapmakla uğraşmaması durumunda mimarlara ihtiyaç olacaktır. Eğer para kazanılacak bir şey olarak bakılırsa Metaverse mimarlığı çok mantıklıdır. Mekan kurgulama olarak mimara ihtiyaç var.” (K1)

“Sanal dünyada sadece mimarlığın tanımı değişmektedir. Yapı detaylarından kurtulup bitişler görünüyor. Taşıyıcı sistemden kurtulup uçabilen döşemeler görünmektedir. Bütün bunlardan ve teknik hacimlerden kurtulunca sadece estetik kavramlar öne çıkıyor. Artık görsel iletişim tasarımcı olunuyor. Heykel tarzı binalar yapabiliyorsunuz. Temel tasarım tarzı işler yapmaya başlıyorsunuz. Binayı plastik hale getiriyor. Mimarlık evrilmeye başlıyor. Yani mimar kavramı değişmiş oluyor. Görsel iletişim tasarımcısına dönüşmeye başlıyor.” (K5)

“Sanal dünya 3 boyutlu bir mekansa ihtiyaç var ama bunun adı mimar olmak zorunda mı ondan emin değilim. Tasarımcıya ihtiyaç var. Mimar gerçek bir bina yapan biridir, sorumlulukları daha farklıdır. Gerçek mimarlıktan farkı yerçekiminin olmaması, sınırların olmamasıdır. Tasarımcıya ihtiyacı olacağı kesindir.” (K6)

Metaverse Mimarlık Çalışma Alanları

Tablo 5.10.

“Metaverse’de Gerçekleştirilecek Mimari Faaliyetler Nelerdir?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

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

Tablo 5.10 Metaverse mimari faaliyetler alanında katılımcılardan alınan görüşleri içermekte olup etkileyici mekan tasarımı alanı görüşme yapılan kişilerin dördünden de ifade olarak belirtmiştir. Bunun dışında Metaverse’ü gerçek dünyanın test mekanı olarak görülüp burada mimarlık olarak test mekanı yaratmak görüşü de belirtilmiştir. Konu ile ilgili “3B proje toplantısı, etkileyici mekan tasarımı, gerçek dünyayı test etmek” alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Binaların sirkülasyon alanları, rüzgâr dayanımları gibi simülasyonlar yapılmaktadır. Örneğin otomobil, uzay simülasyonları da olmaktadır. Ama örnek olarak roket fırlatıldığında bir sürü denemeye rağmen varış noktasına gidemiyor. Çünkü dış dünyada simülasyondan takip edemeyeceğimiz şeyler olabilir. Sanal evren ortamında bunun yapılması bazı kolaylıklar sağlayabilir. Simülasyondan farklı olarak işin içerisinde bir duygu vardır.” (K1)

“İnsanlık olduğu sürece barınmak ihtiyaçtır. Görsel zevk de bir ihtiyaçtır. Orada yaratılan ortamda insan psikolojisini etkileyecek şeyler göz önünde bulundurulabilir. Bunun dışında görsel şov amaçlı kullanılabilir. Mekanlar tasarlama yapılabilir.” (K2)

“Üç boyutlu sınıf tasarımıyla öğrencilerin daha iyi öğrenmesi sağlanabilir. Öğrencinin odaklanması 20 dakikadır. Metaverse’de tasarlanan mekanlar ile bu 30 dakikaya çıkabilir. Bir başka açıdan tüketiciyi ben orada nasıl daha fazla tutabilirim i hedefleyen bir anlayış da söz konusu olduğu için mimarların daha ilgi çekici mekanlar oluşturması ile bu sağlanabilir. Metaverse’de en çok iç mekan tasarımcılarına iş çıkacaktır. Araçlar, nesneler, mekan renklerinde farklı tasarımlara gidilecektir. İnsanların sanal dünyada daha fazla kalmak isteyecekleri mekanlar tasarlayacaklardır.” (K3)

“Özellikle iç mimariyi kesinlikle etkileyecektir. Render alıp yollamak yerine daha kısa sürede Metaverse’de gerçekleştirilecek bir toplantıda kararlar alınabilir. Bu da süreci çok kısaltır.” (K4)

“Dijital ortamda deneyimleme oradaki nüfus, trafik yoğunluğunu dikkate alarak yerleştirme fiili hayatı test etmek olarak kullanılabilir. Gerçek hayattaki kayıpları önleme, geliştirme, yeni ürünler ortaya çıkarma anlamında katkı sağlayabilir.” (K7)

Mimarlıkta Yeni Roller

Tablo 5.11.

“Dijital Oyun Tasarlamaktan Başlayıp Yeni Evrenler Oluşturmak ile Devam Eden Bu Süreçte Mimarların Rolü Ne Olacak? Mimarlık Mesleği de Yeniden Şekillenecek Mi? Mimarlık İçin Farklı Uzmanlık Alanları Gelecek Mi?” Sorusuna İlişkin Katılımcı Görüşleri

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

Tablo 5.11’de yaşadığımız dönem gelişmeleri ışığında mimarlığın gelecek projeksiyonu için yeni roller katılmasında görüşler daha çok gelişime açık ve yeni alanların olacağı yönünde olmuştur. Ayrıca bulunan teknolojilerin daha çok gelişmesi gerektiğine yönelik de görüş de vardır. Konu ile ilgili “yeni alanlar olacak, gelişime açık olmak, hayır” alanlarında alanlarında katılımcı görüşleri aşağıda açıklanmıştır.

“Metaverse mimarlığı diye bir şey yoktur. Üç boyutlu program bilgisine sahip olmak seni mimar yapar mı? Herhangi bir insan üç boyutlu program öğrenebilir. O zaman Metaverse mimarı mı olacak herkes? Burada blok zinciri teknolojisinde temel mantık herhangi bir aracının olmamasıdır. Burada aracı o zaman mimar olmaktadır. Orada bir yaşam alanı mimar tarafından tasarlanacaksa yine bir aracı devreye girmiş olur. Sanal dünyanın felsefik bakış açısında herkesin kendi gecekondusunu yapması düşüncesi vardır. Bu düşünceye ulaşırsa mimara hiçbir ihtiyaç kalmayacaktır.” (K1)

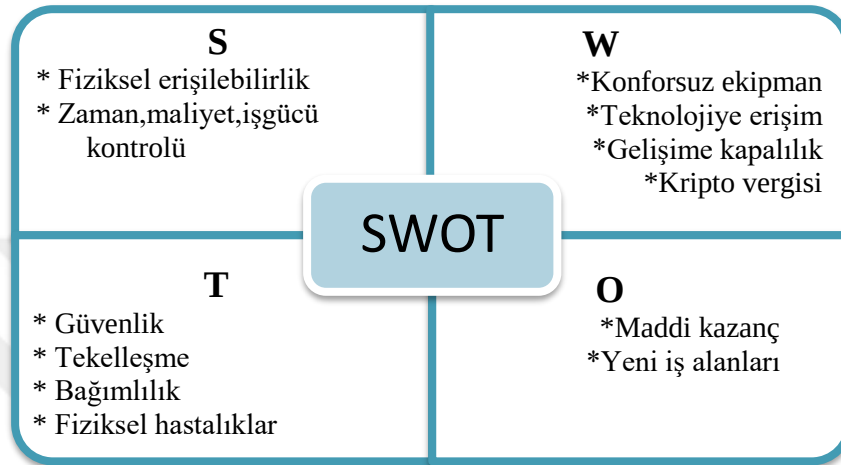
“Mimarlık kesinlikle değişecektir. Belki ilerleyen yıllarda mimarlık mesleği kalmayacaktır. Çünkü yazılımcılar kodu yazacak, bilgileri girecek, sanal bilgisayar 50 bin tane o arsaya uyumlu fikirler sunacak. Devamında istenilen bina seçilebilecek. Üç boyutlu yazıcılarla da bu yapılar kısa süre içerisinde inşa edilebilecek. Ama mimarlık mesleği insana dokunabilme, yaşanan ortamda ona kattığı değer, ona vereceği hissiyat önemli olduğu için belki yine adı mimar olabilir ama proje çizmez. Belki o binayı gezdiren koç olacak. Ya da pazarlamacı olabilir.” (K2)

“Dijital tasarım alanında yeterince mimar çalışmamaktadır. Metaverse’de evren tasarımına giriyorsak burada daha çok mimarın çalışması gereklidir. Mimarların dijital tasarım konusunda kendilerini geliştirmeleri de gerekmektedir.” (K3)

“Bunun için çok verimli bir program olması lazım. Şu anda VR için bile modelleme aşırı zor ve zaman kaybı. Çok daha hızlı kullanılacak ekipmanların gelmesi lazım. Geçiş süreci içerisinde bu haliyle zor.” (K4)

SWOT Analizi

Metaverse'ün yapım sektöründeki etkilerini incelemeye yönelik yapılan değerlendirme sonucunda sektör açısından güçlü ve zayıf yönlerinin görülebilmesi, fırsatlar olarak sektör gelişimi ve pazarda yer alınması, tehditler olarak ise yapılacak girişimlerde dikkat edilmesi gereken noktaların belirlenmesi için Şekil 5.12'de gösterilen bir SWOT analizi yapılmıştır.



Şekil 5.12: Çalışma Sonucuna Göre SWOT Analizi

İnternette ve teknolojiye yaşanan gelişme olarak görülen Metaverse'ün sektör kapsamında daha çok zaman, maliyet ve iş gücü kazanımlarında pozitif etki oluşturacağı ortaya çıkmıştır. Bu da Metaverse'ü gerçek dünyanın bir test merkezi olarak kullanılmasıyla gerçekleşecektir. Fiziksel dünyada inşa edilmek istenilen yapıların sanal ortamda oluşturulması ve yapım yönetim süreçlerinin orada yürütülmesi, oluşabilecek problemlerin önceden tespitini 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 dijital ikizlerinin oluşturulması yapıların yaşam ömürleri boyunca kontrolünün sağlanması ve olabilecek sorunlara karşılık önlemlerin alınması ile verimliliği artıracak bir unsur olacaktır. Proje odaklı bakıldığında ise bir işin projelendirme aşamasının sanal ortamda gerçekleştirilmesi ile kullanıcının da bu sürece dahil edilmesi proje revizyonlarını azaltacağından zaman kaybını da önleyerek daha sağlıklı bir yönetim süreci oluşturacaktır. Fiziksel dünyadaki ofis ve şantiye ortamlarında olan çalışma hayatının Metaverse'te etkileşime açık ve herkese ulaşılabilen bir ortamda gerçekleşmesi ile de işgücü olarak kontrol gücü katan bir

özellik olarak bulunmaktadır. Bu kapsamda Metaverse'ün barındırdığı teknolojiler ile sektöre hem proje aşamasında hem de inşa aşamasında katkılarından dolayı zamandan tasarruf sağlanması dolayısı ile maliyetinde azalması güçlü yönler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan analiz kapsamında tespit edilen bir diğer güçlü yön ise fiziksel olarak erişim kolaylığı sağlamasıdır. Özellikle engelli bireylerin fiziksel dünyadaki bir şantiye ortamında karşılaşacağı zorluklar için Metaverse alternatif bir çalışma ortamı yaratabilir. İnşaat ortamında bulunmayı tercih eden bireylerin sanal şantiyelerde görev alması ve katkı sağlaması ile yeni kazanımlar elde edilebilir. Bunun yanı sıra coğrafi olarak uzak noktalarda bulunulması Metaverse gibi mesafe kavramının olmadığı bir ortam için çözülmesi kolay bir konu olduğundan istenilen yerden bağlantı kurularak şantiye yönetilmesini kolay kılacaktır. Aynı durum mimari proje yürütülmesi için de geçerli olup fiziksel bir ofis ortamı olmadan da kolaylıkla isteyen istediği ortamdan bağlanabilecektir.

Yapılan analize göre Metaverse'ün zayıf yönleri olarak konforsuz ekipmanların oluşu, teknolojiye erişimde zorluk olması, gelişime kapalı olmak ve kripto vergisi alınması başlıkları karşımıza çıkmaktadır. Günümüz koşullarında aktif bir Metaverse kullanımı için bazı engeller ortaya çıkmıştır. Mimarların sanal ortam tasarlaması için bilgisayar donanımı ve yüksek hızlı internete bireysel olarak ulaşmaları zordur. Dışarıda var olan teknolojiyi getirmek üretmekten her zaman daha masraflı bir iştir. Dünya'da var olan bu teknolojinin de ülkemizde kullanılması bazı altyapı ihtiyaçlarını beraberinde getirir. Bunun dışında sanal evrende üç boyutlu olarak bulunmak için kullanılan ekipmanların ergonomik özelliklerinde de yetersizlik vardır. Başlıkların ağır olması temel bir sorundur. Ayrıca Metaverse'ün tüm duyularla hissedilebilen bir alan olması da dokunsal özelliğini gerekli kılar. Bu açıdan yoksunluk Metaverse'te tam anlamıyla bulunmayı engeller. Sektörün yeniliklere kapalı olması ise ülke olarak Metaverse kullanımını engelleyecek başlıca hususlardan biridir. Bilinirliğinin düşük olması yatırım açısından risk olarak görülmesine neden olur. Bunun sonucu olarak da yenilik kullanımını inşaat sektöründe ve mimarlıkta daha az görürüz. Günümüzde Metaverse'ün ilk çıktığı oranda popülerliğini korumaması da yatırım açısından risk olarak görüldüğünün bir sonucudur. Zamanla ilginin azalması kripto varlıkların azalması ile de doğru orantılıdır. Metaverse'te olmak için kripto cüzdan varlığına ihtiyaç vardır. Kripto ve blok zinciri teknolojisi Metaverse'ün temel yapı taşlarıdır. Kripto varlıklarda bazı ülkelerin vergilendirme politikaları blok zinciri

ağını genişletirken ülkemizdeki yatırım araçlarına uygulanan verginin kriptoya da uygulanması ilginin azalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla sanal evrenlerin kripto para ile dönen bir sistemleri olduğunu düşündüğümüzde popülerliği de bu anlamda düşme yaşamaktadır.

Dijitalleşmenin artması ile yeni iş alanlarını ortaya çıkaracak ve maddi kazanç getirisi olan yeni bir pazar yaratması yapılan analiz kapsamında Metaverse'ün yapım sektörü ve mimarlıktaki fırsatları olarak karşımıza çıkmaktadır. Çoğu şirketin şimdiden sanal evrende yer edinmek adına var olmaları için öncelikle bir sanal merkez binalarına ihtiyaçları vardır. Fiziksel dünyadaki mağazacılıkta olduğu gibi sanal evren mağazacılığında da etkin ve etkileyici ortam tasarlanmasına ihtiyaç vardır. Bu işin tasarımcılar tarafından da yapılabilmesi düşünüldüğünde mimarların bu pazarda rol almaları için gelişime açık olmaları gereklidir. Metaverse mimarlığı ya da meta mimar olarak bu pazarda rol almak, mimarların mesleki bilgi ve tecrübeleri ile tasarımcılardan farklarını ortaya koyması ile gerçekleşecektir. 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 yaratılabilir.

Metaverse'ün yapım sektörü ve mimarlık özelinde bazı tehdit unsurlarını barındırdığı çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar olarak karşımıza çıkmıştır. İnternette yaşanan bir ortam olması siber saldırılar açısından açık bir hedef haline gelmesi güvenlik riski olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak projelerde müellif hakkı bulunmaktadır. Herkes tarafından erişimin olduğu bir ortamda sanal inşa ve takip sürecinde korunma sağlanması önemlidir. Bunun dışında tekelleşme bir başka tehdit olarak görülmektedir. Örnek olarak şu an Oculus'un SG ekipmanlarını kullanabilmek için Facebook hesabıyla giriş istenmektedir. Arada bir aracının olması tekelleşme riskini ortaya çıkarmıştır. Üstelik otonom bir sistem olan Metaverse felsefesine ters düşen bir anlayıştır. 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.

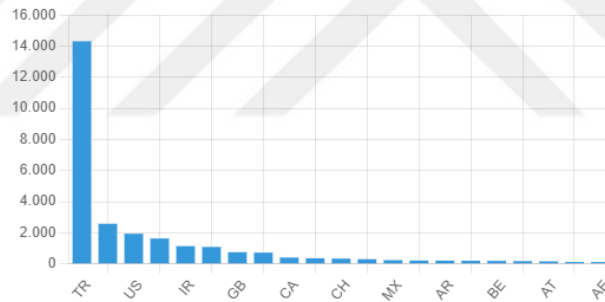
6. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1.Tartışma

Oyun sektörünün insanların hayatında daha fazla yer bulduğuna giderek artan varyasyonlarının üretilmesiyle şahit olmaktadır. Yetişkinlerden ziyade genç kuşağın talebinin bir hayli fazla olması zamanla oyun çeşitlerinin ve kullanılan ekipmanların geliştirilmesi ve arzında öncü olmuştur. Çocuk kullanıcılar tarafından daha fazla talebin olduğu Minecraft oyununun dijital bir lego dünyası olarak görünmesine karşılık 2022 yılı ağustosuna itibariyle kullanıcı sayısının 140 milyon gibi ciddi bir rakamda olduğu belirtilmektedir (Öztürk ve Gemi, 2022). Kullanıcı sayısının artmasıyla da dünyaca ünlü şirketlerin oyun sektörüne yatırım yapması en çok kar getiren sektörlerden biri olmasını etkili kılmıştır. Türkiye’de 2021 yılında yeni kurulan oyun şirketi sayısı 72 iken 2022 yılında 109’a çıkmıştır (Girişim Haberleri, 2022). Maddi kazanç gayesinin internette yaşanan teknoloji gelişimiyle birlikte ilerlemesi yeni kullanım alanlarını yaratmış olup çeşitliliği artırmıştır. Metaverse kavramının bu anlamda geçmişte hayatımıza girmesi de oyunlar ile başlamıştır. 2B oyunlardan 3B oyunlara geçiş olmuş ve farklı kullanım platformları ile sadece oyun olmaktan öte bir kavrama geçmiştir. Çeşitli sektörlerin vizyoner bakış açısıyla kendi çoklu sanal evrenlerini tasarlamaya başlaması bu alanda rol alabilecek farklı meslek gruplarının da ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yapım sektörü ve mimarlık ta bu meslek gruplarından biri olmuş olup bu platformda kendilerine yer bulmuştur.

Bu çalışmada bulgulardan elde edilen temalar çerçevesinde değerlendirmelere yer verilmektedir. Metaverse’ün daha iyi anlaşılması adına öncelikle kavramsal çerçevede ne olduğuna bakılmalıdır. Nitekim eylemde bulunmak için öncelikle ne olduğunu anlamak gereklidir. Türkiye’de sanal arsa alımlarının olması Metaverse’e aslında yeterli ilginin olduğunu gösterir. Fakat bunun nitelikli bir ilgi mi olduğu düşünülmesi gereken bir konudur. Metaverse’ün ülkemizdeki etkisi gözlenince bu yönde 628 kişilik bir araştırma yapılmıştır. Tüketicilerle yapılan bu ankette Metaverse tanımının ne olduğuna yönelik cevap aranmaya çalışılmıştır. “Metaverse Dijital Yaşam Anketi” ne göre katılımcılardan %63’ünün çok emin olmasa da bazı fikirlerinin olduğu belirtilmiştir. Kendinden emin olarak ne olduğunu açıklayabilenler ise sadece %21’lik bir dilimde kalmıştır (Twentify, 2022). Bu konudaki bilgi eksikliğini gidermek adına Metaverse’ün daha iyi anlatılmasına ve kavranmasına ihtiyaç olduğu aşıkardır.

Geçen zaman içerisinde Metaverse'e doğru bir yaklaşımın olmadığı açıkça görülmektedir. Metaverse kavramının ortaya çıkmasından sonra ilk altı ay içerisindeki popülerlik grafiği incelendiğinde hızlı bir yükselişten sonra zamanla sert bir düşüşün yaşandığı görülmektedir (Google, 2022). Bunun nedeni olarak kavramın barındırdığı niteliklerden çok bir arsa satışı olarak görülmesi verilebilir. Örnek olarak sanal platformlardan The Sandbox, Decentraland, CryptoVoxels ve Somnium Space'in bir hafta içerisinde yüz milyon değerinde arazi satışı yapıldığı belirtilmektedir (Öztürk ve Gemi, 2022). Türkiye özelinde baktığımızda da durum aynıdır. Çalışma kapsamında yapılan bir görüşmede belirtilen ifade de bunu destekler niteliktedir. Katılımcı görüşüyle; *"Türk toplumu gayrimenkulü yatırım aracı olarak görmektedir. Metaverse arsa olarak lanse edildiği için ilk başta arsa satışı yüksek oranda gerçekleşmiştir. Fiziki olarak arsa ne ise sanalda da o şekilde düşünüldüğü için arsa alımı olmuştur. Bu da güzel bir pazarlama stratejisidir."* denmektedir. Bu paralelde Dünya üzerindeki her yeri sanal evrende satışa çıkarma üzerine gündem olan OVR platformunda ülkelere göre arazi satın alma grafiğine baktığımızda da Türkiye'yi birinci sırada görmekteyiz.



Şekil 6.13: Ülkelere göre OVR arazisi alınma grafiği (Over, 2022)

Ortaya konulan sonuçlar ile Metaverse kavramının sürdürülebilirliği ve inşaat sektörünün yararı için daha iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu kapsamda kavram olarak Metaverse'ün ne ifade ettiğine yönelik bulgular incelenmiştir. Ortaya çıkan tabloda Metaverse genel olarak Web 3.0 teknolojisini içeren, karma gerçeklik kullanımı ile dijital ortam deneyimlemesi yaşatan üç boyutlu sanal evren teknolojisi olarak ifade edilmektedir. Bu kavramların ortaya konması ile yapılan araştırmalarda daha çok sanal arsa ortamı olarak bilinen Metaverse'ün gerçekte barındırdığı özelliklerinin çok daha kapsamlı olduğu anlaşılmaktadır. Sadece bir sanal arsa satış alanı olmasından ziyade internette Web 2.0'dan sonra yaşanan yeni bir dijital sosyal ağ ve etkileşim ortamı olarak açıklanabilir.

Metaverse'ün özelliklerine baktığımızda katılımcı görüşlerinin bu üç boyutlu sanal evren deneyiminin günümüzdeki sanal gerçeklik teknolojilerinden farkı olarak beş duyumuzla yapılması olarak belirtilmektedir. Literatürdeki bir araştırmaya göre internette etkileşim olmadan çevrimiçi gezinme varken Metaverse'de bunun tamamen etkileşime dayalı bir deneyim olduğu açıklanmaktadır (Öztürk ve Gemi, 2022). Buradan yola çıkarak Metaverse için sadece üç boyutlu bir sanal ortam demek yanlış bir ifade olacaktır. Genel olarak katılımcı görüşleri de etkileşimin yaşanması adına insanların tüm duyuları ile algıladığı bir ortam olması gerektiği görüşündedir. Bu platformun diğer özellikleri olarak blok zinciri, NFT ve kripto ön plana çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisi Metaverse'ün merkeziyetsiz bir ortam olarak kalmasını sağlayan önemli bir özelliktir. Bugünkü internetten farkı da dijital, değiştirilemeyen, kişiye özel ürünleri içeren bir teknoloji olması ile ortaya konmaktadır (Öztürk ve Gemi, 2022). Kripto özelinde bakılacak olursa insanların sosyal etkileşimlerinin, aktivitelerinin ve alışveriş düzenlerinin değişebileceği ve Metaverse'ün bir değişim aracı haline gelmesiyle kriptonun daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Metaverse gelişim aşamasında olsa da kripto para kapsamında büyük fırsat sunmaktadır. (The Economic Times, 2022). Dolayısıyla blok zinciri-NFT-kripto kavramları aslında Metaverse için olmazsa olmazdır denebilir. Çünkü bu platformda bir yaşantı olacaktır. Yaşantının olduğu her yerde de ekonomi olur. Metaverse'de merkeziyetsiz, tekelleşmenin olmadığı, güvenilir, şeffaf bir ekonomi gereklilikleri blok zinciri teknolojisi altyapısı ile gerçekleştirilebilmektedir. NFT de dijital ürünlerin özgünlüğünü koruma adına oluşturulmuş blok zinciri destekli bir yapı olması ile sanal ekonomiye katkısı olmaktadır. Bu kapsamda Metaverse özellikleri ile ilgili elde edilen veriler bulguları kapsar niteliktedir. Metaverse her ne kadar günümüzde yaygın olarak kullanılsa da ulaşamaz görüntüsünün zamanla gelişimine ve gelecekte mümkün olmasına ulaşacağımız ve kripto para birimlerinin de gelecek zamanda gündelik yaşantımızla iç içe olacaktır (Öztürk ve Gemi, 2022).

Üç boyutlu sanal evren platformunun bize 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. Sanal evrenlerde kendilerine yer edinen şirketlerin buralarda reklamlar aracılığıyla insanlara ulaşması bir kazanç fırsatı olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bazı sektörlerin bu teknoloji ile parlaması özellikle oyun, yazılım, üç boyutlu görselleştirme ve mimarlık alanında çalışan kişiler için maddi

kazanç fırsatı olarak görülmesini destekler görüştedir. Mimarlar için Metaverse, fiziksel dünyadaki kısıtlamalardan uzak olarak oluşturulan benzersiz tasarımların ve dijital varlıkların sanal dünyalar içerisinde satılabildiği bir platform olarak tanımlanmaktadır. Gerçek dünyada sınırlı alan içerisinde çalışma üretilirken Metaverse’de bu durumun dünya genelinde herkes tarafından ulaşılabilir bir platformda olması mimarlar için de yeni bir kazanç alanının da oluşmasını sağlayacaktır (Yapı Kataloğu, t.y.). Erişim olarak bakacak olursak, sosyal yaşantı olarak kısıtlı imkan ve zamanların sanal dünyadaki bir ortam ile bir tık uzakta olması elbette ki insanların daha kolay etkileşimde bulunmasını sağlayacaktır. Fiziksel olarak erişim zorluğu olan bireyler açısından ise bu sanal platform birçok kişiye sağlayacağı olanaklar kapsamında değerli bir iletişim ağı olarak yer almaktadır.

Buna karşılık fırsatların yanında bazı tehdit unsurlarını barındırması da dikkat edilmesi gereken konulardır. Metaverse’te en çok güvenlik tehdit unsuru olarak bulunmaktadır. Metaverse’ün merkeziyetsiz yapısı gereği her ne kadar tekelleşme sorununun önüne geçilse de siber saldırılar kapsamında açık bir hedef olarak görünmesi en çok endişe edilen risklerdendir. Blok zinciri ise bu güvenlik açığına karşı işleyen bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Şu anda kullanılan sistemlerin güvenliği, erişim kontrolü güvenlik merkezleri tarafından karşılanmakta olup blok zinciri yönteminin daha güvenilir ve saldırıya dayanıklı dijital veri depolamaya olanak sağladığı düşünülmektedir (Bhushan vd., 2021). Fakat 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 ekipmanlarındaki 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 boyutuyla tabir edilen daldırma terimi ile tanımlanmaktadır. Günümüzde kullanılan sanal gerçeklik başlıkları her ne kadar çözünürlük olarak geçmişten daha iyi lensler içerse de ergonomik olarak kullanıcıları mutlu eden ve daldırmanın daha çok hissedildiği bir tablo sunmamaktadır. Artırılmış Gerçeklik deneyim olarak ise bulunan ortamda üç boyutlu yansımaların HoloLensler ile yapıldığı bilinmektedir. Konforlu bir artırılmış gerçeklik kullanımı sunan HoloLenslerin gerçekte bulunan görüş alanına veri aktarımı ve kontrolü bulunmaktadır. Sanal gerçeklik başlıklarından daha konforlu bir artırılmış gerçeklik deneyimi sunulması söz konusudur. Bunların dışında Metaverse için dokunma eksik

bir unsurdur. Metaverse'ün farkının insanların 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. Metaverse'de ise bir yapı sadece görülebilme ve eğer ses efekti verilmişse de ek olarak duyulabilme özelliğine sahiptir (Fischer, 2022). Oysaki kullanıcıların dokunsal uyarılar ile deneyimlemede bulunması Metaverse için temel bir özelliktir. Haptik olarak tanımlanan bu dokunsal teknolojiye özel giyilen eldivenler ile sanal ortamda nesneyi dokunup hissederek kinetik olarak eylemde bulunmak mümkün olacaktır. Sanal gerçeklik başlıkları zamanla daha çok kullanıcıya ulaşmaktadır. Fakat haptik teknolojinin bu şekilde yaygın bir kullanımı şu an için söz konusu değildir.

Metaverse günümüz teknolojisiyle fiziksel anlamda tam bir etkileşim imkânı henüz sunmamaktadır. Fakat bu haliyle de günümüzde kullanılan diğer teknolojilere göre fark yaratan bir teknolojidir. Metaverse'de deneyimlerken duyma ve kısmen dokunma duyularıyla etkileşime geçeriz. Fakat gerçek bir dünya simülasyonu oluşturmak için tatma ve koklama duyuları açısından daha çok geliştiricilere ihtiyaç vardır (A. İlyina vd., 2022).

Bir yandan sanal sosyalliğin artması fiziksel hayatta gerçek yalnızlık da yaratabilir. Gerçek dünyada olduğu gibi sanalda da bir yaşantının olması üstelik sınırsız bir yaşantının olması kullanıcıların orada daha fazla zaman geçirmelerini sağlayabilir. Beş duyumuz ile Metaverse'te istenilen ortamda istenilen zamanda istenilen eylemde bulunulması engelsizliğin yaratacağı özgürlükle bir tür bağımlılığa yol açabilir. Bağımlılık olarak ele alınabilecek durumların sonucu itibarıyla yalnızlık, gerçek hayattan kopma, depresyon gibi sorunlara neden olabileceği konusunda da dikkatli olunmalıdır (Demir ve Değerli, 2022).

Dünya'da bilgi ve iletişim çağında yaşanan bu gelişmelerin Türkiye çerçevesinde paralellik gösterip göstermeyeceği konusunda bazı çekingeceler olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada ülke olarak genç kuşağa sahip olmamızın yeniliklere adaptasyon sorunumuzu ortadan kaldırdığına yönelik görüşler bulunmaktadır. Bu konuda ar-ge olarak ilerlemeyi hedef alan bir nesil olsa da teknolojiye ulaşmak için ekipman ve malzemelerin bireysel olarak temininin zor olduğu aşıkardır. Olanakların sınırlı olması Metaverse'e kısmi bir erişim olduğunu göstermektedir. Bu da toplum olarak her ne kadar adaptasyona açık olsak da öncü bir

yenilik getirme ve kullanma anlamında hazır olmadığımızın bir göstergesidir. Devlet desteğinin bu konuda yardım ve çözüm odaklı yaklaşması ülke olarak Metaverse'e hazır olmayı gerçek kılacaktır. Erişilebilir cihazlar ve donanımlar ile Metaverse, kullanıcılara daha yakın olabilecektir.

Bu çalışma kapsamında yapılan swot analiziyle zaman ve maliyet konusu Metaverse'ün kullanımında etkili başlıklar olarak çıkmıştır. Metaverse ile bu unsurlarda yaşanacak kayıpları en aza indirmek mümkündür. Buradaki kazanımlar gerçek dünyanın test mekanı olarak kullanılabilir olması ile sağlanacaktır. Bu da bazı uygulamalar ile mümkün olacaktır. Etkileyici mekan tasarımı ile eğitim alanındaki uygulamalar, dijital ikiz kullanımı, 3B sanal çalışma alanı ve kullanıcı faktörü Metaverse'ün fiziksel dünyanın test mekanı olarak kullanılmasında ortaya çıkan ana parametrelerdir.

Bu kapsamda test ya da simülasyon gibi faaliyetler Metaverse teknolojileri ile gerçekleştirilebilir. Örnek olarak inşa edilecek yapılar dijital ortamda oluşturulup sağlamlık ve deprem yükü gibi testleri sanal deneyim platformlarda yapılabilir. Günümüzde deprem yükü gibi testler için ekstra 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 numunelere sensörlerin yerleştirilmesi ve böylelikle gelen verilerin test edilmesi mümkün olabilir. Sektöre kazandırılacak bu şekilde bir uygulama ile ön plana çıkarılan doğru zaman ve maliyet yönetimi kavramları olacaktır.

Sanal teknolojiler ile Metaverse'ün test alanı olarak kullanılmasına eğitim odaklı baktığımızda mesleki örgün eğitim ve şantiye eğitimi olarak ikiye ayırabiliriz. Örgün eğitim kapsamında özellikle etkileyici mekan tasarımı odak noktasını artırmak bakımından önemli bir husustur. Sanal sınıf ortamında üç boyutlu benzersiz bir öğrenim şekliyle tasarımsal öğelerden farklı renk seçenekleri olan sınıflara kadar olan her mihrak öğrencileri daha çok o alanda bulunmaya çekecek ve daha derin ve kalıcı bir öğrenme sağlayacaktır. Bunun yanı sıra sanal ortamda oluşturulacak projelerde her bir katmanın görülmesi kolaylığının olması bu ortamda yapılacak mimari tasarım derslerine, detay çözümlemelerine ve malzeme öğrenimine yeni bir yaklaşım getirerek öğrenme sürecini güçlü kılacaktır. Şantiyelerde ise mesleki ve güvenlik eğitimi olarak sanal evren teknolojilerinin kullanımı hayati bir önem taşıyacaktır. Çünkü karmaşık

bir ortam olan şantiyelerde yaşanan can kayıpları göz önüne alındığında çalışan eğitiminde daha etkin teknikler kullanılması gereklilik halini almıştır. Statik bir şekilde öğrenmek yerine dinamik olarak sürecin içinde yer alarak etkileşimi artırmak öğrenmeyi de olumlu yönde etkileyecektir. Günümüzde sanal gerçeklik teknolojileri ile bu yönde eğitimler verilmektedir. Fakat Metaverse’te bunun tamamen hissedilebilir gerçekçi dünya görüntüleri ile sağlanması öğrenme açısından daha etkin olacaktır. Örnek olarak şantiye çalışanının Metaverse’te yüksek bir yapıda imalat yapması sağlanacaktır. 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 dijital devrim ile iş sağlığı ve güvenliği için mesleki eğitimlerde sanal dünyanın test ortamı olarak deneyimlemesi yaşanacak kayıpları da en aza indirecektir. Ayrıca sanal ortamlar tatbikat gerçekleştirme olarak da uygun platformlardır. Fiziksel dünyadakine oranla daha az maliyet, efor ve risk oluşturması bakımından sanal tatbikatlar gelecekteki yerini alabilir.

Metaverse’ün fiziksel dünyanın test mekanı olarak kullanılmasındaki diğer etken de dijital ikiz kullanımıdır. Dijital ikizler fiziksel ürünlerin gelecekteki performans değerlendirmesi tahmini için kullanılabilmektedir. Yani fiziksel bir ürünün yaşam ömrü boyunca takip edilebilmesi, düzgün bir çalışmanın olması ve kontrolünün sağlanması gerçekleştirilebilir. Bir ürünün yaşam döngüsünde bulunduğu konumundan temel alınarak ileriye doğru tahmini performansı ve gelecekteki olası durumları ortaya çıkartılabilir (Grieves, 2016). Dijital ikizler dijital bir prototip olarak kullanımdan ziyade tasarım, planlama ve uygulama dahil bir yapı inşa sürecinin her aşamasında rol alabilirler. Yapının projesinde revizyon talebi geldiği durumlarda ya da yapıların iklim koşullarına göre konumlandırılmasına yönelik sanal ortamlarda bunun testinin sağlanması ve farklı açılar ile değerlendirilerek performansı yüksek kılacak en doğru seçeneğin belirlenmesi söz konusu olabilir. Örnek olarak fiziksel dünyada inşa edilen yapının statik, mekanik ve elektrik sistemlerine sensörler yerleştirilebilir. Bunlardan alınan veriler dijital ikizinde toplanır ve depolanır. Yapıda ilgili sistemlerde gerçekleşecek arızalar DT’ye iletilerek analiz edilir ve en uygun maliyetli bir çözüm üretmesi sağlanır. Bu sayede verimli bir işgücü kullanımı ile kısa zamanda, az maliyetle, doğru iş yapılmış olur. DT bu kapsamda yapım sektöründe risksiz denemelerin yapılıp optimum çözümlerin bulunacağı bir teknoloji olarak yer alacaktır.

Üç boyutlu sanal çalışma alanları da fiziksel dünyada gerçekleşecek çalışmalara daha elverişli bir ortam sağlaması bakımından önem arz eder. Zaman ve mekan konusunda daha etkin olan sanal ofislerin kullanımı ile verimlilik olarak fark yaratılması muhtemeldir. Üç boyutlu etkileşimli bir çalışma ortamı ayrıca teknik ekibin karmaşık ve kavraması güç bazı detayları anlamasında yardımcı olabilir. 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 proje revizyonlarından doğacak kayıpları da önleyecektir. Talep ettikleri revizyon ihtiyaçlarının sonucunu da render alınmasını beklemeden anında görebileceklerdir. Bunun yanı sıra kullanıcı adayları ilgilendikleri projeleri sanal evrende yapıyı çevre ile birlikte, gerek iklim koşulları gerek orada gerçekleşecek bir hayatın simülasyonu olarak anında yaşayabileceklerdir. Nüfus ve trafik yoğunluğu gibi etkenler de sanal ortamda deneyimlenebilecektir. Böylece kullanıcı faktörünü de sanal proje toplantıları kapsamında kattığımızda planlama aşamasında doğru verilen kararların, yapım sürecinde zaman, maliyet, işgücü açısından olumlu etkisinin olması kaçınılmaz olacaktır.

Bu çalışma kapsamında, *“Metaverse’de proje yönetimi olarak yükselecek en önemli oluşum agile felsefesi yönünde ilerlemek olacaktır”* şeklinde katılımcı görüşü elde edilmiştir. Agile çalışma metodu geleneksel yöntemlerinden farklı süreçler içermektedir. Bir tür yazılım geliştirme olan bu metot ile bulunulan ortamda ne tür belirsizlikler var ve bunlara nasıl uyum sağlanabileceği hakkında bir düşünce söz konusudur. Agile’i diğer yazılım geliştirme yaklaşımlarından ayıran özellik ise işi yapan insanlara ve birlikte çalışmalarına odaklanmasıdır. İş birliği ve kendi kendini organize eden ekipler ile çözümler yaratılmaktadır. Bu yazılım şeklinde takımlar bulunmakta olup her takımın da bir metodolojisi bulunmaktadır. Örnek olarak her gün aynı saatte önemli bilgiler hakkında kısa toplantılar yapmak, müşteriler ile yapılacak işi “kullanıcı hikayeleri” adı verilen işlevsel artışlara bölmeye verilebilir. Bunun dışında müşterilere ilişkin detaylı toplanan veriler ile kullanıcıya yönelik tasarım yapma anlayışını benimser (Agile Alliance, 2022). Metaverse gibi belirsizliğin olduğu ortamlarda proje yönetimi olarak agile yani çeviklik felsefesinin benimsenmesi ile daha küçük ve yönetilebilir parçalar halinde ilerlemek önem kazanacaktır. Değişen

koşullara hızlı ve kolay cevap verme sağlanılabilmesi ve müşterilerden geri bildirimlerin alınması yönetim kayıplarını da önleyecektir.

Aslında Metaverse’te herşey bir tasarımla başlamıştır diyebiliriz. İlk başta oyunlar kurgulanmış ve tasarlanmıştır. Sonrasında sosyal amaçlar, konserler, defile, sergi ve sanal alışveriş için kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak da tasarımsal öğeler ile dikkat çekici mekanlar tasarlanmaya başlanması insanların Metaverse’te daha çok zaman geçirmesi için gerekli olmuştur. Mekansal algı ve aidiyet duygusunun mimari öğeler ile ön plana çıktığını düşünürsek sanal evrende mimara ihtiyaç olacağı görüşü elde edilebilir. Bu fonksiyonel düşünme ile tasarımdan çok mimari odaklı bir yaklaşımın olması Metaverse’ün tam da ihtiyaç duyacağı bir yapıdır. Fiziksel yaşantımızda nasıl ki daha elverişli, hoş hissettiren, rahatlatan mekanlarda bulunmak istersek sanal ortamda da sadece tasarımdan ziyade ergonomiden renk uyumuna kadar tüm parametrelerde etkileyici ortam deneyimi yaşamak isteriz. Bu açıdan bakıldığında sınırların olmadığı bu ortamda istenilen tasarım unsurlarının kullanılarak dikkat çekici ortamlar yaratılması hem kullanıcıları daha çok çekme adına hem de görsel bir zevk adına ihtiyaçları karşılar nitelikte olacaktır. Yapılan çalışmada sanal evrende mimar yerine tasarımcıya yönelik bir gereklilik olduğunu belirten ifadeler de bulunmaktadır. Mimarlar burada mesleki bilgi ve tecrübelerini göstererek yeni iş alanları içerisinde yer alabileceklerdir.

İki boyutlu eskiz çizimler, 3B çizimler, dijital ortamda oluşturulmuş paftalar derken artık üç boyutlu sanal evrende yapı tasarlamanın olduğu bu dönemlerde mimarlıkta da dijital bir dönüşümün başladığı söylenebilir. Buna istinaden ileride mesleki eğitimde de tekniksel farklılaşmalar yaşanabilir. Proje maketi kavramının yerine artık üç boyutlu proje deneyimleri olabilir (İmsad, 2022). Günümüzde oyun sektöründe yazılımcılar tarafından oluşturulan sanal ortamlarda mimarlık alanı olarak yer almak pek de kolay olmayacaktır. Çünkü mimarlar gelenekselde olduğu gibi mühendislik disiplinlerinde çalışanlarla değil artık yazılımcılar ile iş birliği yapmak durumunda kalacaklardır. Mesleki olarak gelişim gösterilebilecek yönler farklılaşacaktır. Yeni çalışma alanları ortaya çıkacak ve mimarlık kimliği değişerek yeni roller oluşacaktır.

Dijital tasarım sektör çalışanlarının yer edinebilmesinin önünde bir teknoloji engeli bulunmaktadır. Mimarların bu teknolojiye erişmesi bireysel olarak günümüz şartlarında zordur. Bunun için ülkemizde, yurt dışında yaşanan gelişmeleri

yakalayabilmemiz için devlet destekli bir teknoloji politikası yürütülmesi önemlidir. Metaverse’de mimarların yer edinmesindeki bir diğer engel de gelişime açık olmamaktır. Bütün bunlara sahip olabilmek için öncelikle gelişime açık olunmalıdır. Hem mesleki hem de mesleki eğitim anlamında yeni çağa uygun olarak eğitim ve öğretim faaliyetlerinin olması geleceği yakalamamız açısından önem arz etmektedir.

6.2.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile “Metaverse’ün yapım sektöründe ve mimarlıkta kullanım alanları nelerdir?” sorusuna cevap aranmaya çalışılmıştır.

Yapım sektörünün lokomotif bir sektör olması ve ulusal kalkınmada aktif rol alması etki derecesini ortaya koymakta olup bu alandaki atılacak adımları da değerli kılmaktadır. Metaverse teknolojilerinin kullanımı sektör açısından önemlidir. Mesleki olarak gelişmeler karşısında geri kalmamak ve maddi bir kazanç olarak da oluşan yeni dijital dünyaya uyum sağlamak için ortaya çıkan bu yeni platforma gereken ilgi gösterilmelidir. Dünyayı yakalamak için Metaverse’ün hemen yanı başımızda olduğunu unutmamak gereklidir.

Yapılan çalışma sonucunda yapım sektöründe Metaverse’ün gerçek dünyanın test mekanı olarak kullanılacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bu da etkileyici mekan tasarımı, dijital ikiz kullanımı, üç boyutlu sanal çalışma alanı ve kullanıcı faktörü ile gerçekleşecektir.

Çalışma dahilinde elde edilen diğer sonuç ise şu an için gerçek bir Metaverse deneyimi yaşamadığımız durumudur. Çünkü her ne kadar ülke olarak genç kuşağa sahip olmamız inovatif uygulamalara hızlı adaptasyon sağlanması için önemli bir kazanım olsa da günümüzde Metaverse teknolojilerine erişim ve kullanım için gereken altyapı teknolojilerine erişim bulunmamaktadır. Bunun için dijital gelişime uyum sağlayarak sektörde yer almak gerek bilgisayar donanımları gerekse ağ kapasitesi gereklilikleri bakımından bireysel olarak mümkün değildir. Altyapı gereksinimlerinin karşılanması için bu noktada devlet desteğine ihtiyaç vardır. Bunun dışında Metaverse’te tüm duyularımız ile tamamen etkileşim sağlanmıyor olması yine gerçek bir daldırma yaşamadığımızı gösterir. Çünkü kullanıcılar ile üç boyutlu proje toplantıları için gereken gerçeklik teknolojileriyle malzemelerde yüzeyleri hissetme ve projede mimari öğelerin yerlerini değiştirme gibi mekansal algıyı artıracak dokunsal teknolojik araçlar yoktur.

Teknolojik altyapının yeterli düzeyde olmaması sebebiyle şu an Metaverse değil sadece sanal gerçeklik boyutunda bir çalışma vardır. Gerçek Metaverse deneyimi yaşamamıza kadar geçecek bu süreç ise altyapı teknolojilerinin hazırlanmasına olanak sağlayacak yatırımların yapılacağı bir ‘geleceğe hazırlık’ dönemidir.

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlar çerçevesinde yapım sektörü ve mimarlıkta Metaverse kullanımının yaygınlaşması için oneriler geliştirilmiş olup aşağıda açıklanmıştır.

- SG, KG, AG ve GG teknolojilerinde başlıklar ve giyilebilir haptik ekipmanlar geliştirilmeli ve kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
- Metaverse teknolojilerini kullanmada bireysel olanakların yetersiz kaldığı durumlarda devlet desteğini kullanmaya yönelik politikalar geliştirilmelidir.
- Piyasada rekabete devam edebilmek ve sürdürülebilir bir mimarlık için yeni teknolojiler sektör çalışanlarına anlatılmalı ve eğitimler verilmelidir.
- Okullarda lisans ve lisansüstü eğitim düzeylerinde Metaverse, yapay zeka, dijital ikiz, blok zinciri ve 3B oyun motorları ile ilgili bilgi veren yeni eğitim programları açılmalıdır.
- şantiye ortamında çalışan eğitimlerinin yapılmasına yönelik 3B sanal ortamlar sanal şantiyeler oluşturulmalı ve sektör çalışanlarına tanıtılmalıdır.

KAYNAKLAR

247 News Bulletin (2021). *Definition | Metaverse – Metaverse | Futura Tech*. Erişim tarihi 24 Eylül 2022 <<https://247newsbulletin.news/technology/41053.html>>

Aden (t.y.). *Digital Twin Technology And The Built Environment*. Erişim tarihi 10 Şubat 2023 <<https://www.adenservices.com/en/blogs/digital-twin-technology-built-environment/>>

Agile Alliance (2022). *Agile 101*. Erişim tarihi 12 Nisan 2022 <<https://www.agilealliance.org/agile101/>>

Ahmed, Shakil (2019). “A Review On Using Opportunities Of Augmented Reality And Virtual Reality İn Construction Project Management”. *Sciendo*, 11, 1839-1852.

Akın, Mustafa Şeref (2019). “Ürün, Kullanıcı ve Müşteri Odaklı Yaklaşımların Karşılaştırılması”. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 6, 1-43.

Akila (t.y.). Erişim tarihi 10 Şubat 2023 <<https://www.akila3d.com/>>

Akkoyunlu, Tahir (2015). *Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aksüt, Tamer (2022). “Mimarlar, Metaverse ile Gelecek Değişime Hızla Adapte Olmalı”. *Türkiye İMSAD*, 49-34.

Albahbah, Mahmoud Mohammed (2021). *Application Areas Of Augmented Reality And Virtual Reality In Construction Project Management: A Scoping Review*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir.

Al-Gnbri, Mohamed Kais Adel (2022). “Accounting and Auditing in the Metaverse World from a Virtual Reality Perspective: A Future Research”. *Journal of Metaverse*, 1:2, 29-41.

Analytics Vidhya (2022). *Top 10 Metaverse Uses Cases and Applications*. Erişim tarihi 12 Şubat 2023 <<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/08/top-10-metaverse-uses-cases-and-applications/>>

Archinect (2022). *Barcelona is developing a digital twin within a 19th-century chapel*. Erişim tarihi 8 Şubat 2023 <<https://archinect.com/news/article/150310549/barcelona-is-developing-a-digital-twin-within-a-19th-century-chapel>>

Arkitera (2022). *Kentlerin Dijital İkizi*. Erişim tarihi 8 Şubat 2023 <<https://www.arkitera.com/haber/kentlerin-dijital-ikizleri/>>

Avcılar, Mutlu Yüksel; Kültür Demircüoğlu Banu (2019). “17. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kullanıcı Deneyimi, Tatmin ve Satın Alma Niyeti Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 24, 235-271.

Ayan, Özlem (2002). *Ülkemiz İleri Teknoloji Yapılarında Üretim Sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bahçeci, Hülya, Polat, Hasan (2020). “İnşaat Sektöründe Teknoloji Adaptasyon Sorunlarının Araştırılması”. *Online Journal of Art and Design*, 8:1, 141-153.

Banaeian Far, Saeed; İmani Rad, Azadeh (2022). “Applying Digital Twins in Metaverse: User Interface, Security and Privacy Challenges”. *Journal of Metaverse*, 1:2, 8-15.

Barcelona Supercomputing Center (t.y.). Erişim tarihi 8 Şubat 2023
<<https://www.bsc.es/discover-bsc/multimedia-gallery/pictures>>

Bhushan, Bharat; Sinha, Preeti; Sagayam, K. Martin; J, Martin (2021). “Untangling Blockchain Technology: A Survey on State of the Art, Security Threats, Privacy Services, Applications and Future Research Directions”. *Computers & Electrical Engineering*, 90.

Bingöl, Kaan; Er Akan, Aslı; Örmecioğlu, Hilal Tuğba; Er, Arzu (2020). “Artificial Intelligence Applications in Earthquake Resistant Architectural Design: Determination of Irregular Structural Systems with Deep Learning and ImageAI Method”. *Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35:4, 2197-2209.

BTM (2022). *NFT Nedir? Nasıl Üretilir?* Erişim tarihi 25 Ekim 2022
<https://btm.istanbul/blog/nft-nedir-nasil-uretilir?gclid=Cj0KCQjwkt6aBhDKARIsAAyeLJ2evyp14lk6_wsng63jlkua0Lz5qvPyUBYzp0ztqwtlnLeuMLzPOoAaAurTEALw_wcB>

Campaign Türkiye (2021). *İstatistiklerle 2021'de Oyun Sektörü*. Erişim tarihi 21 Ekim 2022 <<https://www.campaigntr.com/istatistiklerle-2021de-oyun-sektoru/>>

Cesium (2022). *Changing How Construction Sites Work*. Erişim tarihi 2 Ekim 2022
<<https://cesium.com/industries/digital-transformation/smart-construction/>>

Creswell, John W (2009). “Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches”. *SAGE*, Third Edition. California.

Creswell, John (2021). *Nitel Araştırma Yöntemleri, Beş Yaklaşım Göre Nitel Araştırma Ve Araştırma Deseni*. 48-66.

Construction Week (2021). *US-based Cityzenith to create digital twin for Lamina Tower in Jeddah*. Erişim tarihi 8 Şubat 2023
<<https://www.constructionweekonline.com/products-services/271253-us-based-cityzenith-to-create-digital-twin-for-lamina-tower-in-jeddah>>

Damar, Muhammet (2021). “Metaverse ve Eğitim Teknolojisi”. *Efe Akademi*.1, 169-192.

Darko, Amos; Chan, Albert PC; Adabre, Michael; Edwards, David J.; Hosseini, M. Reza; Ameyaw, Ernest (2020). “Artificial Intelligence in The AEC Industry: Scientometric Analysis and Visualization of Research Activities”. *Elsevier*, 112.

- Dam, Andries Van, Forsberg, Andrew; Laidlaw, David H.; LaViola, Joseph J.; Simpson, Rosemary M. (2000). "Immersive Virtual Reality for Scientific Visualization: A Progress Report". *IEEE* , 26-52.
- Decentraland Architects (2022). *Metaverse Architects*. Erişim tarihi 28 Eylöl 2022. <<https://decentralandarchitects.com/>>
- Delgado, Juan Manuel Davila; Oyedele, Lukumon; Beach, Thomas; Demian, Peter (2020). "Augmented and Virtual Reality in Construction: Drivers and Limitations for Industry Adoption". *Journal of Construction Engineering and Management*, 7, 146.
- Demir, Reyhan; Değerli, Ahu Simla (2022). "Fotoğraftan Metaverse'e Geręeęin Dijital Temsili ve İmge". *Sanat ve İnsan Dergisi*, 179-187.
- Devrim, Burcu (2006). *Strateji Formölasyonu: Swot Analizi, Kurumsal Karne, Kalite Fonksiyon Yayılımı, Sun Tzu'nun İşletme Yönetimi Stratejilerinin Bütünleştirilmesi Üzerine Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylöl Üniversitesi, Sosyal bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Dezeen (2022). *Rights to Rebuild Nakagin Capsule Tower for Sale*. Erişim tarihi 16 Ekim 2022 <<https://www.dezeen.com/2022/08/16/nakagin-capsule-tower-rebuild-auction/>>
- Dionisio, John David N.; Burns III, William; Gilbert, Richard (2013). "3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities." *ACM Computing Surveys*, 45:3, 1-38.
- Elmas, Z. Altan (2022). "Metaverse'te Gayrimenkul Fuarlarının Yapılması Satış Ofislerinin Açılması şaşırtıcı Olmayacak". *Türkiye İMSAD*, 49, 38.
- European Commission (2020). *Artificial intelligence (AI)*. Erişim tarihi 6 şubat 2023 <https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies/artificial-intelligence-ai_en>
- Fernandes, Filipe Arantes (2022). *Towards Metaverse Engineering*. Erişim tarihi 20 Ekim 2022 <<https://www.researchgate.net/publication/362590792>>
- Fintech İstanbul (2022). *5G Teknolojisi Metaverse İçin Zemin Hazırlıyor*. Erişim tarihi 25 Aralık 2022 <<https://fintechistanbul.org/2022/10/18/5g-teknolojisi-metaverse-icin-zemin-hazirliyor/>>
- Fiş, Güliz (2010). *İnşaat Sektöründe İnovasyon*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fischer, Anna (2022). *Architecture as Art in Metaverse*. Erişim tarihi 9 Ekim 2022 <<https://nf-architecture.io/wp-content/uploads/2022/05/NFA-Architectute-as-art-in-Metaverse83.pdf>>
- Bademosi, Fopefoluwa; Blinn, Nathan; Issa, Raja R. A (2019). "Use Of Augmented Reality Technology To Enhance Comprehension Of Construction Assemblies". *Journal of Information Technology in Construction*, 24, 58-79.

- Free Game Tips (2020). *The First Online Virtual Worlds: Habitat*. Erişim tarihi 20 Aralık 2022 <<https://freegametips.com/the-first-online-virtual-worlds-habitat/>>
- Girişim Haberleri (2022). *Oyun Girişimciliği*. Erişim tarihi 3 Aralık 2022 <<https://www.girisimhaberleri.com/3d-flip-book/girisim-haberleri-e-dergi-nisan-6/>>
- Gluon (2022). *3D Digital Archive – Nakagin Capsule Tower*. Erişim tarihi 16 Ekim 2022 <<https://gluon.tokyo/en/projects/3d-digital-archive-nakagin-capsule-tower>>
- GlobeNewswire (2019). *Artificial Intelligence (AI) in Construction Market to Reach USD 4.51 Billion By 2026 | Reports And Data*. Erişim tarihi 6 şubat 2023 <<https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/23/1886563/0/en/Artificial-Intelligence-AI-in-Construction-Market-to-Reach-USD-4-51-Billion-By-2026-Reports-And-Data.html>>
- Google (2022). *Google Trends*. Erişim tarihi 17 Ekim 2022 <<https://trends.google.com.tr/trends/explore?q=Metaverse>>
- Grievess, Michael (2016). *Origins of the Digital Twin Concept*.
- Han, Dai İn Danny; Bergs, Yoy; Moorhouse, Natasha (2022). “Virtual Reality Consumer Experience Escapes: Preparing for the Metaverse”. *Virtual Reality*, 26, 1443-1458.
- Hemmati, Morteza (2022). “The Metaverse: An Urban Revolution Effect of the Metaverse on the Perceptions of Urban Audience”. *Tourism of Culture*, 2:7, 53-60.
- Huang, Yilei; Shakya, Samjhana; Odeleye, Temitope (2019). “Comparing the Functionality between Virtual Reality and Mixed Reality for Architecture and Construction Uses”. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 13, 409-414.
- Huynh-The, Thien; Pham, Quoc-Viet; Pham, Xuan-Quy; Nguyen, Thanh Thi; Han, Zhu; Dong-Seong, Kim (2023). “Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey”. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 117.
- Ibm (t.y.). *What is a digital twin?*. Erişim tarihi 7 şubat 2023 <<https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>>
- Icreate (2022). *We Build Bespoke Virtual Spaces for You and Your Tribe to Thrive*. Erişim tarihi 17 Ekim 2022 <<https://icreate.io/>>
- Insights2Techinfo (2023). *Metaverse Technologies and Its Applications*. Erişim tarihi 12 şubat 2023 <<https://insights2techinfo.com/Metaverse-technologies-and-their-applications/>>
- İlyina A., İrina; Eltikova, Ekaterina A.; Uvarova, Ksenia A.; Chelysheva, Svetlana D. (2022). “Metaverse- Death to Offline Communication or Empowerment of Interaction?”, *ComSDS*”. Saint Petersburg.
- İmsad (2022). *İnşaat Sektörü Metaverse’de Yerini Alıyor*. 49, 21.
- İnteraction Design (2022). *Beyond AR vs. VR: What Is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR?* Erişim tarihi 24 Aralık 2022 <<https://www.interaction->

design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>

Karaarslan, Enis; Akbaş, Muhammet Fatih (2017). “Blokzinciri Tabanlı Siber Güvenlik Sistemleri”. *Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi*, 3:2, 16-21.

Karadağ, Derya (2022). *Mimarlığın Tanıdık Ama Yeni Evreni: Metaverse*. Erişim tarihi 15 Ekim 2022 <<https://xxi.com.tr/i/mimarligin-tanidik-ama-yeni-evreni-metaverse>>

Karakoç, Erhan (2022). “Muğlak Mekanlar ve Katmanları: Metaverse ve Ötesi”. *Spektrum*. 8, 11-15.

Kesim, Kevser (2018). *Mimarlık Lisans Programlarında Yapım Yönetimi Eğitiminin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kesim, Mehmet; Özarslan, Yasin (2012). “Augmented Reality In Education: Current Technologies And The Potential For Education”. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 297-302.

Kidim (2016). *Yaşamsal ve Kişisel Gelişim*. Erişim tarihi 24 Ekim 2022 <<https://kidim2013.wordpress.com/2016/01/17/kendini-yonetme-mutlaka-okumalisiniz/>>

Kim, Mi Jeong; Wang, Xiangyu; Love, Peter ED; Li, Heng; Kang, Shih Chung (2013). “Virtual Reality For The Built Environment: A Critical Review Of Recent Advances”. *Journal of Information Technology in Construction*.

Kiper, Mahmut (2004). “Teknoloji Transfer Mekanizmaları ve Bu Kapsamda Üniversite-Sanayi İşbirliği”. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Kozan Ofset, Ankara, 59-122.

Krippendorff, Klaus (2004). “Content Analysis: An Introduction to Its Methodology”. SAGE. California.

Kshetri, Nir (2022). “Web 3.0 and the Metaverse Shaping Organizations’ Brand and Product Strategies”. *IT Professional*, 24:2, 11-15.

Kula, Behlül; Ergen, Esin (2017). “Lazer Tarayıcı Teknolojisinin Yapım Yönetiminde Kullanım Alanları”. *Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi*. Samsun.

Kwok, Tak Kit (2022). “Sustainable Engineering Paradigm Shift in Digital Architecture, Engineering and Construction Ecology within Metaverse”. *Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering*, 16:4, 112-115.

Lamina (t.y.). Erişim tarihi 8 Şubat 2023 <<https://www.laminatower.com/>>

Laras (2022). *Bir Binanın 3 Boyutlu Lazer Taraması Nasıl Yapılır*. Erişim tarihi 13 Ekim 2022 <<https://www.larasteknoloji.com/2022/03/28/bir-binanin-3-boyutlu-lazer-taramasi-nasil-yapilir/>>

Lee, Lik Hang; Braud, Tristan; Zhou, Pengyuan; Wang, Lin; Xu, Dianlei; Lin, Zijun; Kumar, Abhishek; Bermejo, Carlos; Hui, Pan (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.

Ledger (2022). *Blok Zinciri Nedir?*. Erişim tarihi 7 Şubat 2023
<<https://www.ledger.com/tr/academy/blok-zinciri-nedir>>

Litan, Avivah (2022). *Metaverse, Web3 and Crypto: Separating Blockchain Hype from Reality*. Erişim tarihi 26 Eylül 2022
<<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-08-30-Metaverse-web3-and-crypto-separating-blockchain-hype-from-reality>>

Merriam-Webster (2022). *Avatar*. Erişim tarihi 7 Şubat 2023 <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/avatar>>

Mills, Matt (2020). *Sanal Gerçeklik Gözlükleri 6-DoF: Nedir, Nasıl Çalışırlar ve Modeller*. Erişim tarihi 28 Eylül 2022 <<https://itigic.com/tr/virtual-reality-glasses-6-dof/>>

Mozumder, Md Ariful Islam; Sheeraz, Muhammad Mohsan; Athar, Ali; Aich, Satyabrata; Kim, Hee Cheol (2022). “Overview: Technology Roadmap of the Future Trend of Metaverse based on IoT, Blockchain, AI Technique, and Medical Domain Metaverse Activity”. *ICACT*, 256-261.

Mücerret (2022). *3 Mesele Üç Devrim: Metaverse, Robotik/ İnsansı Robot ve Fizik/Kuantum Dolanıklığı*. Erişim tarihi 22 Aralık 2022
<<http://www.mucerret.com/yazarlar/3-mesele-uc-devrim-Metaverse-robotik-insansi-robot-ve-fizik-kuantum-dolanikligi/>>

Mystakidis, Stylianos (2022). “Metaverse”. *Encyclopedia*, 2:1, 486-497.

Mytaverse (2022). *Building the Enterprise B2B Metaverse*. Erişim tarihi 17 Ekim 2022 <<https://www.mytaverse.com/>>

Nabiyev, Vasif (2016). “Yapay Zeka Problemler- Yöntemler- Algoritmalar”. *Seçkin Yayıncılık*. Ankara.

Nath, Keshab (2022). “Evolution of the Internet from Web 1.0 To Metaverse: The Good, The Bad and The Ugly”. *TechRxiv*.

Ning, Huansheng; Hang, Wang; Yujia, Lin; Wang, Wenxi; Dhelim, Sahraoui; Farha, Fadi; Jianguo, Ding; Daneshmand, Mahmoud (2021). *A Survey on Metaverse: The State-of-the-Art, Technologies, Applications, and Challenges*. Erişim tarihi 20 Ekim 2022 <<https://www.researchgate.net/publication/356375388>>

Ntrs (2021). *Digital Twins and Living Models at NASA*. Erişim tarihi 24 Ekim 2022
<<https://ntrs.nasa.gov/citations/20210023699>>

Oc1 (t.y.). *Bulut Bilişim Nedir?* Erişim tarihi 22 Aralık
<<https://www.oracle.com/tr/cloud/what-is-cloud-computing/>>

- Oc1 (t.y.). *AI Nedir? Yapay Zeka Hakkında Bilgi Edinin*. Erişim tarihi 6 Şubat 2023 <<https://www.oracle.com/tr/artificial-intelligence/what-is-ai/>>
- Omega (2020). *İnşaat Sektöründe Yapay Zeka Kullanımı ve Faydaları*. Erişim tarihi 7vŞubat 2023 <<https://omegapro.com.tr/insaat-sektorunde-yapay-zeka-kullanimi-ve-faydalari/>>
- OpenSea (2022). *Nagakin Capsule Tower*. Erişim tarihi 16 Ekim 2022 <<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/22628889719180730447108302300730748658417346537023739594531268462086430130177>>
- Ortega-Rodriguez, Pablo Javier (2022). *From Extended Reality To The Metaverse: A Critical Reflection On Contributions To Education*. *Teoría de La Educación*, 34:2, 189-208.
- Over (2022). *Over Statistics*. Erişim tarihi 12 Mart 2022 <https://stats.ovr.ai/?_gl=1*yvg0r2*_ga*MTkzNzYxMjA3LjE2Njc0OTM2NTg.*_ga_L817CF2SJ6*MTY3MDA4MjQxMi4zLjEuMTY3MDA4Mjg2Mi4wLjAuMA..>
- Over (t.y.). *Over Web Builder*. Erişim tarihi 3 Aralık <<https://builder.ovr.ai/projects>>
- Özdamar, Elif Özge; Özeltindiş, Turgut (2022). “Dijital İkiz Şehirlere Hazırlık”. *Spektrum*. 8, 1-6.
- Özdemir, Murat (2010). “Nitel Veri Analizi: Sosyal Bilimlerde Yöntembilim Sorunsalı Üzerine Bir Çalışma”. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11:1, 323-343.
- Öztürk, Halim Kadri; Gemi, Selçuk (2022). *From Web 1.0 To The Metaverse*. *TOBİDER International Journal of Social Sciences*, 28-61.
- Paranandi, Muralı; Sarawgi, Tina (2002). “Virtual Reality In Architecture: Enabling Possibilities”. *Proceedings of the 7th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*. Cyberjaya, 309-316.
- Parcl (2022). *The Seven Layers Of The Metaverse*. Erişim tarihi 24 Ekim 2022 <<https://www.parcl.co/blog/the-seven-layers-of-the-Metaverse>>
- Pelin, Karaçar Ercoşkun (2010). *Yapı Ürünleri İçin Teknolojik Yenilik Benimseme Modeli*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Peng, Haoran; Chen, Pei-Chen; Chen, Pin-Hua; Yang, Yung-Shun; Hsia, Ching-Chieh; Wang, Li-Chun (2022). “6G toward Metaverse: Technologies, Applications, and Challenges”. *IEEE*, Seoul.
- Pixelplex (2022). *Metaverse Key Prospective Use Cases*. Erişim tarihi 12 Şubat 2023 <<https://pixelplex.io/blog/top-Metaverse-use-cases/>>
- Research and Markets (2022). *Digital Twin Market-Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022-2027)*. Erişim tarihi 8 Şubat 2023 <<https://www.researchandmarkets.com/reports/4787530/digital-twin-market-growth-trends-covid-19#src-pos-3>>

- Şahmalı, A. Erkan (2022). “Metaverse’te Sonsuz Yaratıcılıkla Mekânsal Tasarımlar Yapmak Mümkün”. *Türkiye İMSAD*, 49, 36.
- Sampaio, Alcinia Z.; Martins, Octavio P. (2014). “The Application of Virtual Reality Technology in the Construction of Bridge: The Cantilever and Incremental Launching Methods, Automation in Construction”. *Sciencedirect*, 58-67.
- Sarabil, Şan Yalçın (2022). *Changing Power Mechanisms And Architecture: Metaverse And Nanopass Example*. Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarıcıoğlu, Pelin; İlerisoy, Zeynep Yeşim; Soyluk, Asena (t.y.). “Mimarlık ve Endüstri 4.0 Eşleşmesi”. *Yapı Dergisi*.
- Sarıgül, Aslı İffet (2008). *Mimarlıkta Gelecekçilik*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Somnium Space (2022). *Somnium Space Builder*. Erişim tarihi 17 Ekim 2022 <<https://somniaespace.com/>>
- Soyseçkin, İdil (2007). “Siberuzamda Bir Dünya: Mudlarda Toplumsal Cinsiyetin Şekillenışı”. *Yeni Medya Çalışmaları*, Dipnot Yayınları, Ankara, 18-37.
- SpaceForm (2022). *Transform How You Present Big Ideas Using the Metaverse*. Erişim tarihi 3 Ekim 2022. <https://www.spaceform.io/>
- Sq4d (2022). Largest 3D Printed House as of August, 2022. Erişim tarihi 28 Ekim 2022 <<https://www.sq4d.com/islandia-print/>>
- Stephenson, Neal (2016). “Parazit/Snow Crash”, Çev. Alper Çeker, *Altıkırkbeş Yayın*, İstanbul.
- Stouhi, Dima (2022). *Zaha Hadid Architects Designs ‘Cyber-Urban’ Metaverse City*. Erişim tarihi 19 Ekim 2022 <<https://www.archdaily.com/978522/zaha-hadid-architects-designs-cyber-urban-metaverse-city>>
- Tarhan, Ufuk (2022). “Metaverse, ‘Sürdürülebilir Kapitalizme Geçiş’ Yolu”. *Türkiye İMSAD*, 49, 28-29.
- Tang, Sheng Kai; Hou, June-Hao (2022). “Designing A Framework For Metaverse Architecture”. *CAADRIA*, 445-454.
- Tang, Fengxiao; Chen, Xuehan; Zhao, Ming; Kato, Nei (2022). “The Roadmap of Communication and Networking in 6G for the Metaverse”. *IEEE*, 1-15.
- Tech İnnovations (2021). *What Is NFT?* Erişim tarihi 23 Ekim 2022 <https://techinnovations.info/after-reading-this-article-you-will-know-for-sure-what-nft-means-and-why-it-is-so-cool/?gclid=CjwKCAjwzNOaBhAcEiwAD7Tb6KwRpsadPzXJKVC-viuZu0VLOOcd91LD0mmQnmomTsfHC8Uu2Jz6RoCMA0QA0AvD_BwE>
- Teknoloji Org (2021). *Hologram Teknolojisi Nedir? Hangi Sektörlerde Kullanılıyor?* Erişim tarihi 21 Aralık 2022. <https://teknoloji.org/hologram-teknolojisi-nedir-hangi-sektorlerde-kullaniliyor/>

The Conversation (2019). *Superblocks Are Transforming Barcelona. They Might Work In Australian Cities Too*. Erişim tarihi 10 şubat 2023
<<https://theconversation.com/superblocks-are-transforming-barcelona-they-might-work-in-australian-cities-too-123354>>

The Economic Times (2022). *Metaverse, NFTs, and Crypto Tokens: Here's Why Investors Should Know about Their Relation*. Erişim tarihi 12 Ekim 2022
<<https://economictimes.indiatimes.com/markets/cryptocurrency/Metaverse-nfts-and-crypto-tokens-heres-why-investors-should-know-about-their-relation/articleshow/89320390.cms>>

The Fast Code (2020). *Metin Tabanlı VR: MUSHes'in Öncü Dünyasını Keşfedın - TheFastCode*. Erişim tarihi 20 Aralık <<https://www.thefastcode.com/tr-try/article/text-based-vr-explore-the-pioneering-world-of-mushes>>

Think Wiot Group (t.y.). *5g Ve 6g İle Meta Evrene Giden Yolda*. Erişim tarihi 25 Aralık 2022 <<https://www.rfid-wiot-search.com/on-the-way-to-the-Metaverse-with-5g-6g>>

Toltar, Leyla (2013). *Toplu Konut Üretiminde Proje Yönetiminin Süre, Maliyet Ve Kalite Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

TR AI (2021). *Yapay Zekanın Etkilediği 5 Sektör*. Erişim tarihi 6 şubat 2023
<<https://turkiye.ai/yapay-zeka-etki-5-sektor/>>

Traveling the Multiverse (t.y.). *WoW Meets Blue Mars – about the Avatar Gaze*. Erişim tarihi 21 Aralık 2022 <<https://ironyca.wordpress.com/2010/09/26/wow-meets-blue-mars-about-the-avatar-gaze/>>

Twentify (2022). *Metaverse Araştırması 2022*. Erişim tarihi 4 Aralık 2022
<https://www.twentify.com/tr/raporlar/Metaverse_arastirmasi_2022>

Veeraiah, Vivek; P, Gangavathi; Ahamad, Shahanawaj; Talukdar, Suryansh Bhaskar; Gupta, Ankur; Talukdar, Veera (2022). "Enhancement of Meta Verse Capabilities by IoT Integration". *ICACITE 2022*, 1493-1498.

Vikipedi (2020). *SWOT Analizi*. Erişim tarihi 18 Aralık 2022
<https://tr.wikipedia.org/wiki/SWOT_analizi>

Vikipedi (2022). *Age Of Empires (Video Oyunu)*. Erişim tarihi 11 şubat 2023
<[https://tr.wikipedia.org/wiki/Age_of_Empires_\(video_oyunu\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Age_of_Empires_(video_oyunu))>

Visconti, Roberto Moro; Aydın, Ömer (2022). "From Physical Reality to the Metaverse: A Multilayer Network Valuation". *Journal of Metaverse*, 2:1, 16-22.

Wikipedia (2022). *Non-Fungible Token*. Erişim tarihi 23 Ekim 2022
<https://en.wikipedia.org/wiki/Non-fungible_token>

Wikipedia (2021). *World Wide Web*. Erişim tarihi 21 Aralık 2022
<https://tr.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web>

Wilder World (2022). *A New Dimension of Reality*. Erişim tarihi 19 Ekim 2022
<<https://www.wilderworld.com/>>

Wiles, Jackie (2022). *What Is a Metaverse? And Should You Be Buying In?* Erişim tarihi 30.12.2022 <<https://www.gartner.com/en/articles/what-is-a-Metaverse>>

XR Today (2022). *What Are the Seven Layers of the Metaverse?* Erişim tarihi 24 Ekim 2022 <<https://www.xrtoday.com/virtual-reality/what-are-the-seven-layers-of-the-Metaverse/>>

Yapı Kataloğu. (t.y.). *Yepyeni Bir Dünya: Metaverse*. Erişim tarihi 10 Ekim 2022
<https://www.yapikatalogu.com/blog/yepyeni-bir-dunya-Metaverse_328>

Yıldırım, Ali; şimşek, Hasan (2021). “Nitel Araştırma Yöntemleri”. *Seçkin Yayıncılık*.

Yücel, Yavuz Sinan (2022). *Metaverse And Urban Perception The Flâneur Experience As An Element Of Metaverse*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Zollmann, Stefanie; Hoppe, Christof; Kluckner, Stefan; Poglitsch, Christian; Bischof, Horst; Reitmayr, Gerhard (2013). “Augmented Reality For Construction Site Mentoring And Documentation”. *IEEE*, 137-154.

EKLER

EK A Etik Kurul Onay Formu



T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ

ETİK KURUL KARARI

Toplantı Tarihi:	17.11.2022
Karar No:	2022/152
Sorumlu Araştırmacı:	Kazime Elif Akturan
Araştırma Başlığı:	Metaverse'ün Yapım Sektöründeki Etkilerinin İncelenmesi
Başlangıç Tarihi:	Etik onayı alındıktan sonra
Etik Kurul İzninin Süresi:	1 yıl (Uzatma Hakkı mevcut olarak)

İstanbul Kültür Üniversitesi Etik Kurulu'na değerlendirilmek üzere başvuruda bulunduğunuz yukarıda künyesi yazılı projenizin başvuru dosyası ve ilgili belgeleri, Üniversitemiz "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu" tarafından araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

Notlar:

- Araştırmanın başlangıç tarihinin gecikmesi durumunda Etik Kurulu'na başvurularak tarihlerin değiştirilmesi gereklidir.
- Araştırmanın gerçekleştirileceği birimlerin yöneticilerinden de ayrıca izin alınması gerekli olabilir.
- Araştırmaya katılan kurum dışı merkezlerden ayrıca idari izin alınması gerekmektedir.

Prof. Dr. Seyhan Altun

Etik Kurul Başkanı

EK B Mülakat Soruları

Araştırmanın Konusu: Metaverse'ün Yapım Sektöründeki Etkilerinin İncelenmesi

Mülakat Soruları

Metaverse Kapsamlı Sorular

Soru 1) Metaverse nedir? Metaverse'ü bugünkü internetten farklı kılan temel özellikleri nelerdir?

Soru 2) Oyun endüstrisi ile başlayıp sosyal organizasyon faaliyetleri ile devam eden sanal evren ortamlarının eğitim, sanat, sağlık gibi farklı alanlardaki kullanım olanakları hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

Soru 3) Fırsatlar ve riskler kapsamında Metaverse'ün etkileri neler olacaktır?

Soru 4) Teknoloji vizyonu gözüyle baktığınızda Metaverse geleceğimizi nasıl şekillendirecek?

Soru 5) Metaverse'e Türkiye ne kadar hazır?

Yapım Sektörü Kapsamlı Sorular

Soru 1) Günümüzde yapım sektöründeki ihtiyaç ve beklentiler nelerdir? Metaverse bunları ne ölçüde karşılayabilir?

Soru 2) Metaverse'ün yapım sektöründe kullanım alanları neler olacaktır? (Örnek tasarım, saha çalışmaları, iş sağlığı ve güvenliği, mesleki eğitim vb.)

Soru 3) Metaverse'ün Proje yönetim süreçlerine (fizibilite, planlama, uygulama, kontrol) etkisi konusunda neler söyleyebilirsiniz?

Mimari Faaliyetler Kapsamlı Sorular

Soru 1) Sanal dünyada mimarlığa ne kadar ihtiyaç var?

Soru 2) Metaverse'de gerçekleştirilecek mimari faaliyetler nelerdir?

Soru 3) Dijital oyun tasarlamaktan başlayıp yeni evrenler oluşturmak ile devam eden bu süreçte mimarların rolü ne olacak? Mimarlık mesleği de yeniden şekillenecek mi? Mimarlık için farklı uzmanlık alanları gelecek mi?