



AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

METAVERSE TEMELLİ CİNSEL TACİZ VE ZORBALIK
RİSKLERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI
İLE SINIFLANDIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATİCE SENA KARAKUŞ

DANIŞMAN

PROF. DR. ZELİHA SEÇKİN

AKSARAY-2024

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

**METaverse TEMELLİ CİNSEL TACİZ VE ZORBALIK
RİSKLERİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI
İLE SINIFLANDIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATİCE SENA KARAKUŞ

DANIŞMAN : PROF. DR. ZELİHA SEÇKİN

İKİNCİ DANIŞMAN : DOÇ. DR. KEMAL ADEM

JÜRİ ÜYESİ : DOÇ. DR. HİDAYET TAKCI

JÜRİ ÜYESİ : DOÇ. DR. VOLKAN SONER ÖZSOY

JÜRİ ÜYESİ : DR. ÖĞR. ÜYESİ ZEYNEP AYTAÇ

AKSARAY-2024

TELİF HAKLARI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşulu ile tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Hatice Sena
Soyadı : KARAKUŞ
Bölümü : Yönetim Bilişim Sistemleri
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı: Metaverse Temelli Cinsel Taciz ve Zorbalık Risklerinin Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Sınıflandırılması

İngilizce Adı: A Classification of Metaverse-Based Sexual Harassment and Bullying Risks Using Machine Learning Algorithm

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Hatice Sena KARAKUŞ

İmza:

X X X X X

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
JÜRİ ONAY SAYFASI

Hatice Sena Karakuş tarafından hazırlanan “Metaverse Temelli Cinsel Taciz ve Zorbalık Risklerinin Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Sınıflandırılması” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Aksaray Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Danışman: Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN

Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi

.....

İkinci Danışman: Doç. Dr. Kemal ADEM

Bilgisayar Mühendisliği Kontrol ve Kumanda Sistemleri Anabilim Dalı,
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

.....

Üye: Doç. Dr. Hidayet TAKCI

Bilgisayar Mühendisliği Kontrol ve Kumanda Sistemleri Anabilim Dalı,
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

.....

Üye: Doç. Dr. Volkan Soner ÖZSOY

Yönetim Bilişim Sistemleri, Aksaray Üniversitesi

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Zeynep AYTAÇ

Yönetim Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Aksaray Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun tarih ve
..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Aybala ÇAYIR

İmza

TEŞEKKÜR SAYFASI

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında emeği geçen ve desteklerini esirgemeyen herkese içtenlikle teşekkür ederim. Özellikle, bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan ve bana yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN'e en derin şükranlarımı sunarım. Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN, akademik yolculuğum boyunca bana rehberlik etmiş, engin bilgi ve deneyimlerini cömertçe paylaşmış ve bilimsel disiplini ile her daim örnek olmuştur. Çalışmamın başından sonuna kadar, beni teşvik eden, yol gösteren ve akademik standartlara uygun bir çalışma ortaya koymam için bana sürekli olarak destek olan danışmanımın katkıları benim için çok değerlidir. Tezimin kalite ve içerik yönünden büyük ölçüde gelişmesini sağlayan, her soruma sabırla yanıt veren, karşılaştığım zorluklarda bana çözüm yolları gösteren ve her zaman motive eden danışmanım, bu çalışmanın gerçek mimarıdır.

Özellikle, çalışmanın pratik yönlerini derinlemesine ele alabilmem için sunduğu rehberlik ve değerli bilgi birikimi ile bana destek olan, Doç. Dr. Kemal ADEM'e tezimin kapsamını genişlettiği ve önemli bulguların elde edilmesinde büyük katkı sağladığı için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de en büyük destekçim olan babam Fikret Karakuş, annem Meryem Karakuş, kardeşlerim Eren Karakuş, Rabia Karakuş ve Mustafa Karakuş'a süreç boyunca karşılaştığım her türlü engeli aşmamda bana verdikleri cesaret ve moral için teşekkür ederim.

ÖZET

Metaverse kavramı, sürükleyici deneyimler yaratmak için sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçekliği (AR) birleştiren bir sanal dünyalar ağını ifade etmektedir. Söz konusu kavram gerçek ve sanal dünyaların harmanlanmasını temsil etmekte ve internetin bir sonraki evrimi olarak kabul edilmektedir. Metaverse'ün gelişimi edebi eserlerden, oyunlardaki yeniliklerden ve sanal platformlardaki gelişmelerden etkilenmiştir. Sağlık, eğitim, finans ve oyun gibi sektörlerde popülerlik kazanan Metaverse'ün, finansal suçlar, veri hırsızlığı, cinsel taciz ve zorbalık gibi riskleri de beraberinde getirdiği görülmektedir. Kimlik doğrulama sistemleri ve kullanıcı eğitimi gibi önlemlerin bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Fiziksel, psikolojik, sözlü, cinsel ve dijital biçimler de dahil olmak üzere taciz ve zorbalık, hem Metaverse hem de gerçek dünya ortamlarında bir endişe kaynağıdır. Dolayısıyla Metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık risklerinin tespit edilmesi önemlidir. Bu çalışmada, bireylerin metaverse platformlarındaki cinsel taciz ve zorbalık olaylarına ilişkin bakış açılarının tahmini ve sınıflandırması amaçlanmış ve analiz kapsamında makine öğrenmesi yöntemleri uygulanmıştır. Veri seti, Aksaray Üniversitesi'ndeki ön lisans, lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinden elde edilen anket yanıtlarından oluşmaktadır. Analizi değerlendirmek için çeşitli metrikler (doğruluk, kesinlik, hassasiyet vb.) kullanılmıştır. Bu kapsamda Lojistik Regresyon algoritmasının, tacizi bir sorun olarak gören öğrencileri belirlemede en yüksek doğruluğu (%86,27), AUC puanını (%90,51), kesinliği (%77,84) ve F1-skorunu (%80,98) gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Cinsel Taciz, Zorbalık, Makine Öğrenmesi.

Bilim Kodu: 114614

Sayfa Adedi: 185

Yazar: Hatice Sena KARAKUŞ

Danışman: Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN

İkinci Danışman: Doç Dr. Kemal ADEM

ABSTRACT

The Metaverse is a network of virtual worlds that combine virtual reality (VR) and augmented reality (AR) to create immersive experiences. It represents the blending of real and virtual worlds and is considered the next evolution of the internet. The development of the Metaverse has been influenced by literary works, innovations in games and developments in virtual platforms. As the Metaverse gains popularity in sectors such as health, education, finance and gaming, it also brings risks such as financial crimes, data theft, sexual harassment and bullying. Measures such as authentication systems and user education can help mitigate these risks. Harassment and bullying, including physical, psychological, verbal, sexual and digital forms, is a concern in both Metaverse and real-world environments. It is therefore important to identify the risks of sexual harassment and bullying on Metaverse platforms. This study aims to predict and classify individuals' perspectives on sexual harassment and bullying incidents on Metaverse platforms, and machine learning methods were applied for the analysis. The dataset consists of survey responses obtained from associate, undergraduate, graduate and doctoral students at Aksaray University. Various metrics (accuracy, precision, sensitivity, etc.) were used to evaluate the analysis. In this context, the Logistic Regression algorithm demonstrated the highest accuracy (86.27%), AUC score (90.51%), precision (77.84%) and F1-score (80.98%) in identifying students who perceive harassment as a problem.

Keywords: Metaverse, Sexual Harassment, Bullying, Machine Learning.

Science Code: 114614

Number of Pages: 185

Author: Hatice Sena KARAKUŞ

Supervisor: Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Kemal ADEM

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKLARI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR SAYFASI	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	6
METaverse	6
1.1. Metaverse: Kavramsal Çerçeve	6
1.2. Metaverse’ün Gelişim Süreci.....	8
1.3. Metaverse’ün Boyutları	12
1.3.1. Artırılmış Gerçeklik	13
1.3.2. Yaşam Günlüğü	14
1.3.3. Ayna Dünyalar	14
1.3.4. Sanal Dünya	15
1.6. Metaverse’ün Ekosistemi.....	17
1.6.1. Genişletilmiş Gerçeklik (XR)	18
1.6.2. Artırılmış Gerçeklik (AR).....	19
1.6.3. Karma Gerçeklik (MR)	20
1.6.4. Sanal Gerçeklik (VR).....	21
1.6.5. Blok Zinciri Teknolojileri (Blockchain)	22
1.6.6. Yapay Zekâ (AI)	24
1.6.7. Nesnelerin İnterneti (IoT)	28
1.6.8. 5G/6G.....	31
1.6.9. Haptik Teknolojisi	33
1.6.10. Dijital İkiz (Digital Twin).....	35
1.6.11. Avatar.....	36
1.7. Metaverse’ün Kullanım Alanları	40
1.7.1. Second Life	43
1.7.2. Roblox.....	44
1.7.3. Horizon World	45

1.7.4. VRChat	46
1.7.5. Sandbox.....	47
1.7.6. Decentraland	47
1.7.7. Zepeto	48
1.8. Metaverse’ün Gücü	49
1.9. Metaverse’ün Riskleri	51
1.9.1. Kara Para Aklama	51
1.9.2. Veri Hırsızlığı	52
1.9.3. Sahtecilik.....	53
1.9.4. Psikolojik Riskler.....	53
1.9.5. Zorbalık.....	55
1.9.6. Cinsel Taciz	57
1.10. Metaverse Platformlarında Karşılaşılan Risklere Karşı Hukuki Mücadele	63
İKİNCİ BÖLÜM.....	67
YÖNTEM.....	67
2.1. Makine Öğrenmesi.....	67
2.1.1. Pekiştirmeli Öğrenme	69
2.1.2. Denetimsiz Öğrenme	71
2.1.3. Yarı Denetimli Öğrenme.....	73
2.1.4. Denetimli Öğrenme.....	75
2.1.4.1. Regresyon	76
2.1.4.2. Sınıflandırma.....	77
2.1.4.2.1. CatBoost (Categorical Boosting)	81
2.1.4.2.2. Rastgele Orman Algoritması.....	82
2.1.4.2.3. Extra Trees Algoritması.....	84
2.1.4.2.4. Lojistik Regresyon	85
2.1.4.2.5. Doğrusal Diskriminant Analizi	86
2.1.4.2.6. Gradient Boosting	87
2.1.4.2.7. AdaBoost.....	88
2.1.4.2.8. Naive Bayes	89
2.1.4.2.9. Kuadratik Diskriminant Analizi.....	90
3.1. Boyut İndirgeme	90
3.1.1. Öznitelik Seçme	91
4.1. Veri Ön İşleme.....	91
4.1.1. Veri Ayıklama.....	92
4.1.2. Veri Entegrasyonu	92
4.1.3. Veri Dönüşümü.....	93
4.1.4. Veri Azaltma.....	93
5.1. Kullanılan Metrikler.....	93
5.1.1. Hata Matrisi	94
5.1.2. Doğruluk Değeri	94

5.1.3. Hatırlatma Değeri.....	95
5.1.4. Kesinlik Değeri	95
5.1.5. F-1 Skor	95
5.1.6. AUC	95
5.1.7. Kappa Değeri	96
5.1.8. MCC.....	96
6.1. Kullanılan IDE ve Kütüphane.....	97
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	98
BULGULAR.....	98
3.1. Anlamlı Öznitelikler.....	99
3.1.1. “MV1-MV4” Ölçek No’lu Veri Setlerine İlişkin Değerlendirme	102
3.1.2. “MV2-MV3” Ölçek No’lu Veri Setlerine İlişkin Değerlendirme	104
3.2. Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Sınıflandırma	107
SONUÇ.....	120
KAYNAKÇA.....	125
EKLER.....	164
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ TEZ DEĞERLENDİRME FORMU	169

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Veri Ayıklama	99
Tablo 2. Veri Seti Bilgileri	100
Tablo 3. Boyut İndirgeme (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R)	104
Tablo 4. Boyut İndirgeme (FSE-GS)	105
Tablo 5. Boyut İndirgeme (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R)	106
Tablo 6. Boyut İndirgeme (FSE-GS)	107
Tablo 7. MV1 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	108
Tablo 8. MV1/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	110
Tablo 9. MV2 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	111
Tablo 10. MV2/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	112
Tablo 11. MV3 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	114
Tablo 12. MV3/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	115
Tablo 13. MV4 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	116
Tablo 14. MV4/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması	117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Metaverse’ün Gelişim Süreci (Lee, vd., 2021, s. 5)	9
Şekil 2. Metaverse’ün Boyutları (Lee, vd., 2011, s. 4)	13
Şekil 3. Metaverse’ün Ekosistemi (Ali, 2023).....	18
Şekil 4. Avatar Konulu Film/Oyun Zaman Çizelgesi (de Kerckhove, 2010, s. 3)	38
Şekil 5. Yapay Zeka/Makine Öğrenmesi/Derin Öğrenme (Srivastav, 2020)	68
Şekil 6. Makine Öğrenmesi Paradigmaları (Kumar, 2023)	69
Şekil 7. Pekiştirmeli Öğrenme Çalışma Prensibi (Kanade, 2022)	70
Şekil 8. Denetimsiz Öğrenme’nin Çalışma Prensibi (GG, 2023)	71
Şekil 9. Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Karşılaştırması (Altexsoft, 2024)	73
Şekil 10. Denetimli Öğrenmenin Çalışma Prensibi (Loukas, 2020).....	74
Şekil 11. Denetimli Öğrenme Modeli (eşleme fonksiyonu) (Brownlee, 2020)	75
Şekil 12. Regresyon Türleri Hesaplamaları (Kumar, 2018)	76
Şekil 13. Sınıflandırma Yönteminin Çalışma Prensibi (GG, 2024)	78
Şekil 14. Sınıflandırma Çeşitleri (Paul, 2019).....	79
Şekil 15. XGBoost/LightGBM/CatBoost Çalışma Prensipleri (John, 2023).....	81
Şekil 16. Hata Matrisi (Noyan, 2020).....	95

KISALTMALAR

AD	Ayna Dünyalar
AI	Artificial Intelligence
API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
ASF	Acceleration Studies Foundation
AUC	Area Under the Curve
CPU	Central Processing Unit
CSNET	Computer Science Network
DAO	Decentralized Autonomous Organization
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
HMD	Helmet Mounted Display
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
İA	İnsan Arayüzü
IMU	Inertial Measurement Unit
IOT	Internet of Things
KVY	Kurumsal Varlık Yönetimi
KYG	Kullanıcı Yaşam Günlükleri
LDA	Linear Discriminant Analysis
MCC	Matthews Correlation Coefficient
MH	Mekansal Hesaplama

ML	Machine Learning
MR	Mixed Reality
MSN	MicroSoft Network
MUD	Multi User Dungeon
NFS	National Sanitation Foundation
NFT	Non-Fungible Token
NYG	Nesne Yaşam Günlükleri
OWL	Web Ontology Language
PCA	Principal Component Analysis
PLM	Product Lifecycle Management
RDF	Resource Description Framework
RFID	Radio Frequency Identification
RSS	Really Simple Syndication
SD	Sanal Dünya
SMS	Short Message Service
SQL	Structured Query Language
SVD	Singular Value Decomposition
SWQS	Symmetric Weighted Quantile Sketch
URI	Uniform Resource Identifier
VR	Virtual Reality
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web
XR	Extended Reality
YE	Yaratıcı Ekonomi
YG	Yaşam Günlüğü

GİRİŞ

Metaverse kavramı, sürükleyici deneyimler yaratmak için VR ve AR gibi teknolojileri birleştiren bir sanal dünya ağını ifade etmektedir (Wikipedia, 2023). Çeşitli şirketler ve araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlansa da genel olarak gerçek ve sanal dünyaların harmanlanmasını temsil etmektedir (Meng, vd., 2022, s. 1; Taylor, 2022; Meta 2022). Gerçek zamanlı, etkileşimli ve sürükleyici deneyimler sağlayan internetin bir sonraki evrimi olarak görülen Metaverse, kullanıcılarına sosyal bağlantı ve 3 boyutlu bir alanda avatar olarak birbirleriyle etkileşime girme olanağı sunmaktadır (CNET Highlights, 2022). Gelişim süreci 1970'lere kadar uzanan Metaverse'ün, edebi eserlerden, oyunlardaki yeniliklerden ve sanal platformlardaki gelişmelerden etkilendiği görülmekte, dolayısıyla Tron ve Neuromancer gibi film/kitapların konseptin şekillenmesinde önemli rol oynadığı ifade edilmektedir (Arnaiz, 2015, s. 1; Furukawa, 2022, s. 10). Fiziksel dünyaya sanal katmanların eklendiği Artırılmış Gerçeklik, kişisel verilerin kaydedildiği ve paylaşıldığı Yaşam Günlüğü, gerçek dünyanın sanal kopyalarının oluşturulduğu Ayna Dünyalar ve sanal ortamların simüle edildiği Sanal Dünyalardan oluşan dört boyutu içeren Metaverse (Bolger, 2021, s. 7; Ryu, 2022, s. 8; Lee, vd., 2022, s. 2; Lee, vd., 2011, s. 3), etkileşimleri, içerik oluşturmayı, sürükleyici deneyimleri ve gerçek/sanal dünyaların birleşimi ile ilgili teknolojileri içeren yedi katmanlı değer zincirini kapsamaktadır (Far & Rad, 2022, s. 3; Goldston, vd., 2022, s. 6).

World Wide Web'in zaman içinde Web 1.0'dan Web 6.0'a evrildiği ifade edilmektedir (Latorre, 2018, s. 1). Web 5.0 kullanıcı duygularına odaklanmakta ve makine / insan etkileşimini daha da geliştirmeyi amaçlamaktadır. Web 6.0'ın hür zekâyı içereceği ve bağımsız bir varlık olarak işlev görebileceği tahmin edilmektedir (Król, 2020, s. 10; Kambil, 2008, s. 3). Metaverse ekosistemi XR, AI, 5G/6G, Digital İkiz, Blockchain, IoT, Haptik ve Avatar teknolojilerini bir araya getirerek kullanıcıların çeşitli durumlarla etkileşime girmesine ve bunları deneyimlemesine olanak tanımaktadır (Rameshwar & King, 2023, s. 2). Geliştiriciler, kullanıcı merkezli bir sistemin oluşturulmasında ve Dijital İkiz ile Blok Zinciri aracılığıyla güvenliğin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca altyapısı için 5G/6G ağlarını kullanan Metaverse'ün, pandemi sırasında şirketlerin yatırım yapmasıyla

popülerlik kazandığı ifade edilmektedir (Far & Rad, 2022, s. 1; Mozumder, vd., 2022, s. 1). Sağlık, eğitim, finans ve oyun gibi sektörlerin Metaverse'ü, tıbbi simülasyon, hasta etkileşimi, sanal seyahat, sanal sınıflarla öğrenme, sanal konserler ve geniş katılımlı festivaller vb. birçok deneyim için kullandığı görülmektedir (Wiederhold, 2022, s. 1; Kadry, 2022, s. 8; Microsoft, 2024; Lee, 2022, s. 4).

Metaverse, kullanıcıların kendilerini özgürce ifade edebilmelerini sağlayarak iletişim tarzlarında köklü değişiklikler meydana getirmektedir. Bununla birlikte, suça eğilimli veya zihinsel zorlukları olan bireylerin anonim olarak başkalarını rahatsız etmesine de olanak tanıyarak çeşitli yasadışı faaliyetlere ve risklere yol açmaktadır (Oh, vd., 2023, s. 1; Avcu, vd., 2023, s. 7). Örnekler arasında kara para aklama, veri hırsızlığı, zorbalık ve cinsel taciz yer almaktadır. Metaverse'ün ortaya çıkışı, kara para aklama ve kripto hırsızlığı da dahil olmak üzere bir dizi mali suçun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ayrıca, bilgisayar korsanlığı ve kişisel bilgilerin erişilebilirliği ile ilgili riskler nedeniyle veri hırsızlığı önemli bir endişe kaynağı haline gelmektedir (Jaber, 2022, s. 4). Kimlik doğrulama sistemlerinin uygulanması ve kullanıcı eğitimi bu risklerin azaltılmasına yardımcı olabilir (Jacob, vd., 2023, s. 7). Metaverse'de sahtecilik, özel bilgilerin çalınmasına ve kullanıcıların itibarlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Metaverse'ün izolasyon, bağımlılık ve vücut dismorfisi gibi bir dizi psikolojik riski de beraberinde getirdiği görülmektedir (Casillo & Powell, 2023; Usmani, vd., 2022, s. 2; Jafri, 2023).

Zorbalık, daha fazla güce sahip olduğu düşünülen bir birey veya grup tarafından bir kişiye uygulanan, tekrarlanan fiziksel veya psikolojik baskı olarak tanımlanmaktadır (Rigby, 2007, s. 28). Dört farklı zorbalık türünün bulunduğu görülmektedir: sözlü, fiziksel, ilişkisel ve siber. Sözel zorbalık, isim takma ve alay etmeyi kapsarken, fiziksel zorbalık fiziksel saldırganlığı ifade etmektedir. İlişkisel zorbalık, bir bireyin sosyal bir gruptan dışlanması olarak tanımlanmaktadır. Siber zorbalık ise teknolojinin başka bir kişiyi taciz etmek veya korkutmak için kullanılmasını içermektedir (Seçkin, 2017, s. 77; Brank, vd., 2012, s. 3). Zorbalığın okullar, işyerleri ve aileler de dahil olmak üzere çeşitli ortamlarda ortaya çıkabildiği görülmektedir (Vise Clips, 2019). Metaverse'ün ortaya çıkışı ile, hayali videoların dolaşımı ve özel bilgilerin yayılması dahil olmak üzere zorbalıkla ilgili bir dizi riskin gündeme geldiği ifade edilmektedir. Sanal gerçeklik platformu VRChat'te zorbalığa maruz kalan bireyler duygusal sıkıntı yaşadıklarını bildirmişlerdir. Sanal gerçeklik ortamında zorbalığa maruz kalma deneyiminin anksiyete ve depresyon gibi ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkmasına neden olduğu anlaşılmaktadır (Neha, vd., 2023, s. 25). Avatar

değişikliği, düşman engelleme ve yardım arayışı gibi önlemlerin uygulanması, bu sorunların ortaya çıkmasını önlemeye hizmet edebilir (Kawakita & Kanai, 2023, s. 53; Upadhyay, vd., 2023, s. 2). Yapılan bir araştırma, özellikle 16-34 yaş arası kadınların, hava karardıktan sonra toplu taşıma araçlarını kullanırken tacize uğramaya ve kendilerini güvensiz hissetmeye daha yatkın olduklarını ortaya koymuştur (Elkin, 2022, s. 3). Tacizin fiziksel, psikolojik, sözlü, cinsel ve dijital gibi çeşitli türleri içerdiği görülmektedir. Fiziksel taciz istenmeyen dokunma ve tehditleri kapsarken, psikolojik taciz saldırgan davranışları ve takip etmeyi içermektedir. Sözlü taciz incitici yorumları ve hakaretleri içerirken, cinsel taciz istenmeyen cinsel temasları, şakaları ve yorumları kapsamaktadır. Dijital taciz veya siber tacizin, sosyal medya platformları aracılığıyla gerçekleştiği görülmektedir (Schooley, 2023). Bireylerin önemli bir kısmı cinsel taciz de dâhil olmak üzere tacize şahsen maruz kalmış veya tanık olmuştur, ancak kadınların önemli bir kısmı bilgi eksikliği veya raporlama sistemine güvensizlik nedeniyle bu olayları rapor etmemektedir (Howard, vd., 2020, s. 2). Tacizi önlemek için farkındalık kampanyaları ve anonim raporlama uygulamaları gibi girişimler önerilmektedir. Çevrimiçi taciz ve zorbalık olayları ile kullanıcıların ruh sağlığının olumsuz yönde etkilendiği görülmekte, söz konusu etkinin Metaverse gibi dijital alanlarda da meydana geldiği anlaşılmaktadır. Verilen örnekler arasında şiddet ve cinsel eylemlerde bulunan kullanıcılar, ırkçı ve cinsiyetçi yorumlar, cinsel taciz vakaları ve seyirci eylemsizliği yer almaktadır. Bu sorunları ele almak için sanal ortamlarda gelişmiş güvenlik önlemlerine ihtiyaç olduğu açıktır. Platformlarda cinsel temalı içeriklerin artması, önleme ve yaptırım eksikliğinin altını çizmektedir. Araştırmacılar ve muhabirler de cinsel tacize maruz kalmış ve reşit olmayan bireylerin yer aldığı müstehcen simülasyonlara tanık olmuşlardır (Sethuraman, vd., 2023, s. 2).

Metaverse platformlarında karşılaşılan zararlı içeriğe maruz kalma, suç faaliyetleri ve raporlama eksikliği gibi riskler ve zorluklar, daha katı kurallara, kimlik doğrulama önlemlerine ve kişisel güvenlik önlemlerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bununla birlikte, tavsiyelere rağmen, dolandırıcılık, istismar ve terörizm gibi toplumun güvenliğini tehdit eden suçların Metaverse'ün yükselişiyle birlikte artacağından endişe duyulmaktadır. Bu konuları ele alan yasalar mevcuttur, ancak anonim Metaverse ortamında faillerin tespit edilmesi bir zorluk olmaya devam etmektedir. Metaverse'te hapis cezaları ve belirli faaliyetlerin yasaklanması gibi yasal sonuçlara yol açan suç örneklerinin bulunduğu görülmektedir (Soysal, 2023, s. 37; Park, 2022). Yardım hatları ve danışmanlık hizmetleri aracılığıyla cinsel istismar ve zorbalık gibi konuların ele alınması için çaba sarf edilmektedir

(Naver, 2022). Ancak sanal ortamdaki risklerin ele alınması için daha kapsamlı tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum, sanal ortamlardaki zararlı içeriği otomatik olarak tespit etmek ve kaldırmak için potansiyel olarak makine öğrenmesi sınıflandırmasını kullanan gelişmiş denetleme tekniklerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Makine öğrenmesi, bireyler, makineler ve hatta makineler arasındaki iletişimi sağlayan yapay zekanın bir alt kümesidir. Geçmiş verilerden öğrenerek seyahat, bilişim ve endüstri gibi çeşitli alanlara katkıda bulunmaktadır. Sınıflandırma yaygın bir uygulama olmakla birlikte denetimli, denetimsiz, yarı denetimli ve pekiştirmeli öğrenme paradigmalarını içermektedir (Dhanaraj, vd., 2020, s. 67; Alzubi, vd., 2018, s. 7).

Bu çalışmada, bireylerin metaverse platformlarındaki cinsel taciz ve zorbalık olaylarına ilişkin bakış açılarını sınıflandırma amaçlanmaktadır. Söz konusu tahminlemede makine öğrenmesi tekniklerinden yararlanılmıştır. Analiz için veri seti, 2022-2023 akademik yılında Aksaray Üniversitesi'nde farklı fakültelerden lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencilerine uygulanan 31 maddeden oluşan bir anket aracılığıyla elde edilmiştir. Anketin uygulanması için üniversitenin ilgili biriminden ve etik kurulundan ön izinler alınmıştır. .xlsx formatında 31 öznitelik ve 684 örnekten oluşan toplanan veriler, Weka programı kullanılarak veri ön işleme ve dört farklı boyut indirgeme yönteminden geçirilmiştir. Söz konusu yöntemler (CfsSubsetEval–BestFirst (Cfs-BF)/CfsSubsetEval-GreedyStepwise (Cfs-GS)/CorrelationAttributeEval-Ranker (CAE-R)/FilteredSubsetEval-GS (FSE-GS)) veri ayıklama yönteminin uygulandığı veri setleri (MV1-MV4/MV2-MV3) üzerinde kullanılmış ve sınıflandırmayı en çok etkileyen öznitelikler tespit edilmiştir. Veriler daha sonra ileri analiz için .csv formatına dönüştürülmüştür. Boyut indirgenmiş veri setleri klasik makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve doğruluk, AUC, hassasiyet, f1-skoru, Kappa, MCC ve TT (alınan zaman) gibi çeşitli metriklerle değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde siber zorbalığın veya tacizin makine öğrenmesi ile sınıflandırılması ve metaverse ile makine öğrenmesi yöntemlerinin birlikte ele alındığı çalışmaların bulunmasına rağmen “metaverse”, “cinsel taciz ve zorbalık”, “makine öğrenmesi” kavramlarının birlikte geçtiği herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Dolayısıyla çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda çalışmada kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri ile Metaverse öncüsü şirketlerin veya uzmanların söz konusu cinsel taciz ve zorbalık risklerinin önüne geçebilecekleri çalışmalar yapılabilir.

Bu alışma; Metaverse'ün kavramsal erevesi, gelişim süreci, boyutları, değer zinciri, ekosistemi, kullanım alanları, gücü, riski ve söz konusu risklere karşı hukuki mücadelenin anlatıldığı birinci bölüm; yöntemin, makine öğrenmesi ile sınıflandırma algoritmalarının, boyut indirgemenin, veri ön işleme aşamalarının ve kullanılan metriklerin ifade edildiği ikinci bölüm; bulguların sunulduğu üçüncü bölüm; söz konusu bulguların tartışıldığı ve önerilerin bulunduğu sonuç bölümünden oluşmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

METaverse

1.1. Metaverse: Kavramsal Çerçeve

Metaverse kavramı, Yunanca'da ötesinde, berisinde ya da sonrasında anlamına gelen “meta” ön eki ile bir yer ya da mekânı ifade eden “universe” kelimesinden oluşmaktadır (Yu, 2022, s. 2). Bu iki kavram bir araya getirildiğinde, kabaca “mekânın ötesi” anlamına gelmektedir (Mystakidis, 2022, s. 1).

Evrensel bir tanıma sahip olmayan Metaverse (Henz, 2022, s. 2) için Square Enix CEO'su Yosuke Matsuda, "Metaverse'ü yaratıcıların hayal gücünü sınırlayacak kadar katı bir şekilde tanımlamamaya çalışıyoruz" demiştir (McKinsey, 2022, s. 13). Bu bağlamda çeşitli teknoloji şirketlerinin ve araştırmacıların ifade ettiği birden fazla Metaverse tanımı mevcuttur.

Wikipedia (2023)'ya göre Metaverse, ekonomik ve sosyal bağlantıya odaklanan 3 boyutlu, sanal (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) cihazlarının kullanıldığı, evrensel ve sürükleyici bir sanal dünya ağıdır. Metaverse'ü, insanların avatar olarak gerçekliği taklit eden üç boyutlu bir alanda birbirleri ile etkileşime girdiği sanal bir dünya olarak tanımlayan Cambridge sözlüğü (2023), Metaverse'ün VR'da insanların tanışabildiği sınırsız hayali bir alan olduğunu da eklemiştir. Meta (2022)'ya göre Metaverse, fiziksel olarak aynı yerde olmayan insanların bağlantı kurmasına yardımcı olan ve yüz yüze olma hissine daha da yaklaştıran, 2 boyutlu deneyimlerin aksine fiziksel dünyaya yansıtılanları ve 3 boyutlu deneyimleri içeren bir sonraki evrimdir. Microsoft CEO'su Satya Nadella Metaverse'ü, bir alana gerçek varlığı getirerek, bilgi işlemi gerçek dünyaya yerleştirmeye olanak tanırken, insanların sanal dünyayı nasıl deneyimlemek ve kiminle etkileşim kurmak istediklerini seçebilmelerini sağlayan (Rostami & Maier, 2022, s. 3) ve öğrenciler ile çalışanların sadece video konferans ile değil, aynı odadaymış gibi hissederek etkileşimde bulunabilecekleri bir evren olarak tanıtmıştır. Mystakidis (2022) Metaverse'ü, fiziksel dünya ile birbirine bağlı ve birleşik bir sanal evren yaratarak entegre olan, çok kullanıcı 3 boyutlu bir sanal alan topluluğu olarak tanımlamıştır. Amazon Stüdyosu'nun eski Strateji Başkanı Matthew Ball (2022) Metaverse'ü kalıcı ve eş zamanlı, her kullanıcıya bir mevcudiyet hissi veren, fiziksel

dünyalar arasında köprü kuran, verilerin, dijital öğelerin ve içeriğin birlikte çalışabilirliğini sunan bir platform olarak tanımlamaktadır. Room Key'in kurucusu DonStein, Metaverse'ün sanal dünyalar, uzay ve insanlardan oluşan paralel bir evren olduğunu ifade etmektedir (Yu, 2022). Together Labs'in CEO'su Daren Tsui'ye göre Metaverse, kullanıcıların etkileşimde bulunabildiği bir bilgisayar tarafından oluşturulan 3 boyutlu sanal bir alandır (Arslan, 2022, s. 2).

Metaverse, sanal ve gerçek dünyalar arasında bir seçimi temsil etmektedir. Metaverse'ün en üst versiyonu, gerçek dünya ile rekabet etmek yerine onu tamamlayan, gerçek hayattaki deneyimlerin yerini almak yerine onları geliştiren bir sanal dünyalar ağıdır (Meng, vd., 2022, s. 1). Niantic CEO'su John Hanke Metaverse'ü teknolojinin Covid-19'dan önce görülen gelişimin bir devamı olarak görmektedir (McKinsey, 2022, s. 12). Ayrıca Metaverse'ün gerçek dünya vizyonu düşünüldüğünde, gerçek hayattaki arkadaşlıkların ve katılım gösterilen aktivitelerin kendisi içinde çok daha derin bir şekilde kaynaştığı, tüm gerçekliğin dijital bir uzantısının olduğu birleşimdir (Anderson & Rainie, 2022, s. 6). Epic Games'in CEO'su Tim Sweeney'e göre Metaverse, gerçek zamanlı, 3 boyutlu bir ortamda yalnızca çevrimiçi bir sosyal eğlence deneyimi ve kullanıcıların birbirleri ile eğlenebildiği sanal bir dünyadır (Unreal Engine, 2023). Roblox CEO'su David Baszucki, "vizyonumuza göre, Metaverse platformları farklı yaşam deneyimlerinden gelen insanları yeni ve ilginç fikirlerle buluşturacak. Bu bağlantıların, insanları farklı bakış açılarını duyacakları farklı perspektiflere güvenli bir şekilde daldırarak empati kurmaya yardımcı olacağına inanıyoruz" demiştir (Xu, vd., 2023, s. 1). İçinde tüm sanal dünyaların bulunduğu merkezi Metaverse üzerinde var olma perspektifine (Stephenson, 1994) katılmayan Unity CEO'su John Riccitiello, "Metaverse, her zaman gerçek zamanlı, çoğunlukla 3 boyutlu, etkileşimli, sosyal ve kalıcı olan internetin yeni neslidir." demiştir (AWE, 2022). Google Ceo'su Sundar Pichai Metaverse'ü, sürükleyici bir şekilde gelişmeye devam eden ve AR'ı kullanan bir bilişim olarak tanımlamaktadır (Choi, vd., 2022, s. 3). NVIDIA CEO'su Jensen Huang, SIGGRAPH konferansında yaptığı bir konuşmada, Metaverse'ün "internetin bir sonraki evrimi, 3 boyutlu internet" olduğunu açıklamıştır (CNET Highlights, 2022). Naver Z CEO'su Jay Lee, insanların Metaverse hakkında konuşurken eğlence, sosyal medya, çevrimiçi topluluk ve oyunların bu tür (yaratıcı ekonomi, teknoloji ve ideolojiler) bulanık sınırlarına ve kesişimine atıfta bulunduklarından bahsetmektedir (Into the Metaverse, 2022).

Interpol (2022)'ün paylaştığı rapora göre, Metaverse internetin gelişimindeki bir sonraki aşama olarak kabul edilmekte; VR, AR ve uç bilişimin de dahil olduğu teknoloji

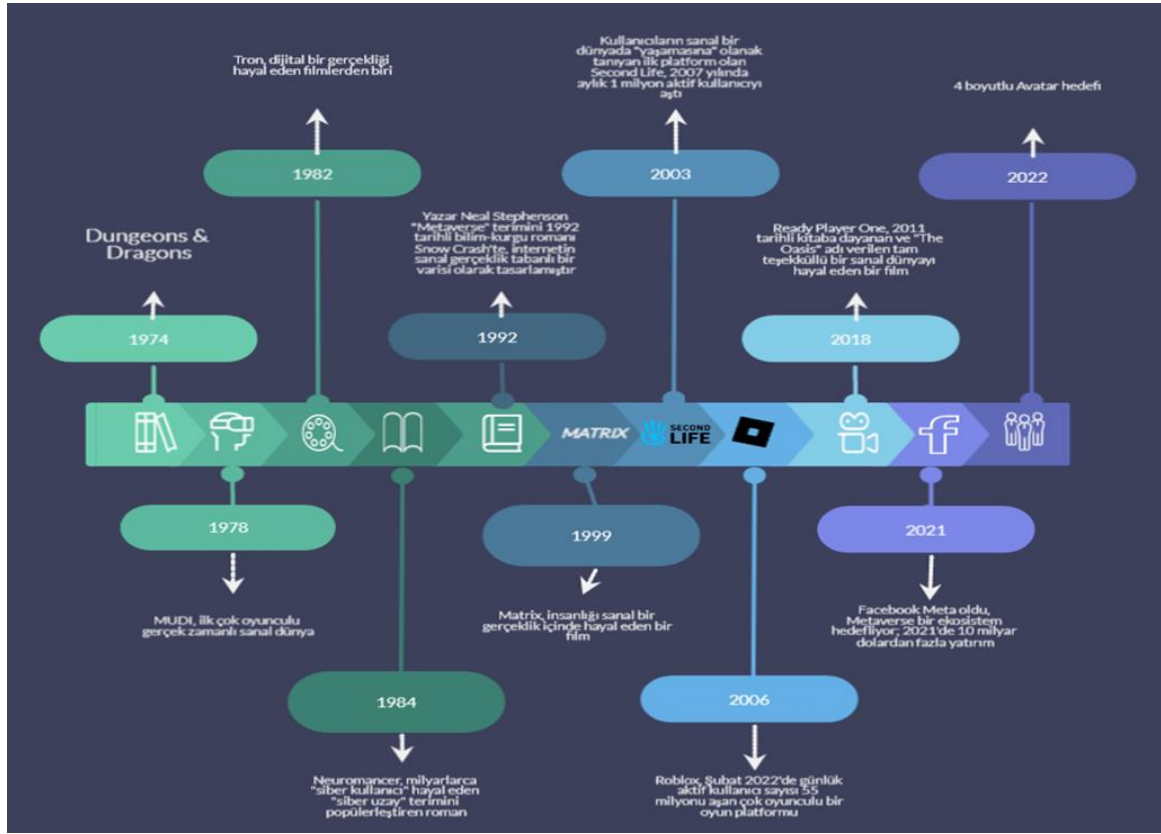
çeşitliliğinden beslenerek, kullanıcıların 3 boyutlu sanal ortamlara erişimini sağlamayı hedeflemektedir. Kullanıcılar, internet ve VR gözlükleri gibi özel donanımları kullanarak, oluşturdukları avatarlar ile bu sanal alanlara girebilmekte ve bir sanal varlık hissi yaratabilmektedirler. Holland & Knight hukuk bürosunun Avukatı Tmothy Taylor (2022)'a göre Metaverse, sürükleyici ve güvenli bir çevrimiçi deneyim vaat eden, dijital verilerin gerçek dünyaya yansıtıldığı artırılmış gerçeklik teknolojilerini ve dijital giysiler ile para birimlerinin dahil olduğu yeni ticaret formlarını içeren, çeşitli gelişmekte olan teknoloji için kullanılan bir şemsiye terimdir. McKinsey & Company (2022)'nin hazırladığı raporda Metaverse'ün, kullanıcıların dijital ve fiziksel yaşamlarını sorunsuz bir şekilde birleştiren internetin bir sonraki iterasyonu olduğundan ve temelde sürükleyicilik hissi, gerçek zamanlı etkileşim gibi özellikleri içerdiğinden bahsedilmiştir. Metaverse'ü beslediği gibi binlerce kullanıcıyı da bir araya getiren oyunlar süreklilik kazandıkça ve işletmeler ile tüketiciler için oyun dışı kullanım alanları yaygınlaştıkça Metaverse'ün gelişimi ivme kazanmaktadır.

Metaverse kavramı ilk olarak Neal Stephenson'ın 1992'de kaleme aldığı "Snow Crash" isimli romanda ortaya çıkmıştır; içeriğine bakıldığında Metaverse, karakterlerin gerçeklikten kaçmak için kullandıkları bir evren olarak yer almaktadır. Söz konusu romanda Metaverse kavramının "Metaverse programlardan oluşan hayali bir yapıdır. Ve programlar da bilgisayarların anlayabileceği bir konuşma biçiminden başka bir şey değildir. Bir bütün olarak Metaverse, L. Bob Rife'in fiber-optik ağı üzerinden kendini telaffuz eden tek ve muazzam bir nam-shub olarak görülebilir." şeklinde ifade edildiği görülmektedir (Stephenson, 1994, s. 26).

1.2. Metaverse'ün Gelişim Süreci

Metaverse kavramının geçmişi 1992 yılına dayanmasına rağmen (Furukawa, 2022, s. 10), Mark Zuckerberg, Ekim 2021'in sonlarında bu kavramı dünya çapında ünlü hale getirmiştir (Hanène, 2023, s. 3). Bu kavramı literatüre kazandıran kişinin bir bilim insanı değil, bir edebiyatçı olması konuyu bu bağlamda tartışmaya açık hale getirmektedir. Bu tartışmaya katılan Ondrejka (2005), konuya ilişkin düşüncelerini şu şekilde ifade etmektedir: "Eğer bu dünyanın kullanıcıları geliştiricilerden daha iyi içerik üretiyorsa, o zaman geliştiriciler içerik işinden çekilmelidir". Bilim kurgu yazarı Neal Stephenson 1992 yılında yazdığı Snow Crash adlı spekülatif kurgu romanında (Başol, vd., 2023, s. 4), Metaverse'ü, bireylerin birbirleriyle iletişim kurduğu, gözlükler aracılığı ile görselleştirilen bilgisayar tarafından oluşturulmuş üç boyutlu ve etkileşimli büyük bir sanal ortam şeklinde ifade etmiştir (Bale, vd., 2022, s. 2). Metaverse vizyonunun teknolojik temelini büyük bir kısmını oluşturan VR ve AR,

1968'den beri zihinlerde canlandırılmış, araştırılmış ve kısmen uygulanmıştır (Buchholz, vd., 2022, s. 1). Sanal dünyaların tarihi, açık uçlu ve sosyal odaklı sanal platformlarda ilerlemelerle sonuçlanan edebi hayal gücü ve oyun yeniliklerini içeren karmaşık bir geçmişe sahiptir (Dionisio, vd., 2013, s. 3). Metaverse üzerine yapılan kapsamlı bir çalışmada (Lee & Wei, 2021, s. 1), Metaverse'ün kökenlerinin, 1974 yılında Dungeons & Dragons kitap/oyununun yayınlanmasına kadar uzandığı düşünülmektedir (Hanène, 2023, s. 3). Geçtiğimiz yüzyıla kadar izlenebilen Metaverse'ün gelişim süreci, Şekil 1'de gösterilmektedir (Sun, vd., 2022, s. 2).



Şekil 1. Metaverse'ün Gelişim Süreci (Lee, vd., 2021, s. 5)

Şekil 1'de görüldüğü üzere; son zamanlarda popülerlik kazanan Metaverse, 1970'lere kadar uzanan video oyunları, sanal platformlar ve sinematik eserlerin kökeni ve evrimi hakkında dünyaya daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Bu bakış açısı, dijital etkileşimin ve sanal dünyaların geçmişten günümüze nasıl ilerlediğinin ve bu gelişim sürecinin günümüzde nasıl karmaşık ve bütünleşik hallere yol açtığının anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Örneğin; 1974 yılında Gary Gygax ve Dave Arneson tarafından tasarlanan Dungeons & Dragons

(D&D), bir masa üstü fantezi rol yapma oyunudur. Bu oyunda oyuncular kendi karakterlerini yaratır ve kurgusal bir dünyada, birlikte maceralara atılırlar (Gygax & Arneson, 1974, s. 2 ; DeRenard & Kline, 1990, s. 3).

Benzer şekilde, Richard Bartle ve Roy Trubshaw 1979 yılında MUD1 adlı ilk metin tabanlı sanal dünyayı yaratmışlardır. MUD1, gerçek zamanlı iletişime olanak tanınması ve kullanıcılara kimlik oluşturabilecekleri ve basit iletişimin ötesinde sosyal ve oyun anlatılarına katılabilecekleri sanal bir alan sağlaması nedeniyle önceki bilgisayar aracılı iletişim faaliyetlerinden farklıdır. MUD1'in popüleritesi 1980'lerde üniversitelerde artmış ve üniversite bilgisayar sistemlerinde Çok Kullanıcı Zindan'ın (MUD) çeşitli versiyonlarının geliştirilmesini hızlandırmıştır (Tasa & Görgülü, 2010, s. 5). D&D, MUD1 gibi oyun ve sanal platformlar geleceğin potansiyel dijital alanının nasıl şekillenebileceğine dair bir fikir vermektedir.

Metaverse'ün evrilen ve gelişen yapısı Tron filmi ile Neuromancer kitabı arasındaki ilişkiyle tasvir edilmektedir. Tron'un sanal dünyası ve Neuromancer'da tasvir edilen psikolojik manzara, sanal ve gerçek hayat senaryolarının birleşimi üzerinde düşünürken Metaverse'ün nasıl ortaya çıktığını anlamaya yardımcı olabilir. Bu bağlamda;

1982 tarihli Tron, Bonnie MacBird ve Lisberger'ün öyküsünden Steven Lisberger tarafından yazılmış bilim kurgu aksiyon-macera filmidir. Filmde, bir video oyun geliştiricisi ve bilgisayar programcısı olan Kevin Flynn, ana bilgisayarın yazılım dünyasına geçiş yapar ve programlarla etkileşime girerek bu dünyadan kaçmaya çalışır. Tron, aynı zamanda, sinemada bilgisayarla oluşturulmuş görüntülerin yoğun olarak kullanıldığı ilk filmlerden biri olma özelliğine sahiptir (Arnaiz, 2015, s. 1).

Aynı zamanda, William Gibson'ın 1984 yılında yayımladığı çılgır açan siber çılgın bilim kurgu romanı Neuromancer, siber uzay kavramının orijinal tanımını sağlamakta ve Metaverse'ün gelişiminde kritik kilometre taşı olarak kabul edilmektedir (Furukawa, 2022, s. 10). Neuromancer kitabından esinlenen Lucasfilm, 1986 yılında Commodore ve 1989 yılında Habitat'ı tanıtmıştır. 2 boyutlu, ilkel bir çizgi filme benzeyen ve grafiksel bir arayüz içeren Habitat, dijital sakinlerini tanımlamak için "avatar" kavramının kullanıldığı ilk sanal dünya olmuştur (Dionisio, vd., 2013, s. 4).

Toplumsal ve iletişimsel dinamiklerin hem sinema hem de dijital platformlar tarafından şekillendirildiği ifade edilebilir (Habacı, 2023, s. 3). 1999'da gösterime girmiş ve Wachowskiler tarafından yazılmış bir bilim kurgu aksiyon filmi olan Matrix, bireylerin

toplum içindeki rolünü sorgularken bilgi edinme ve eğlenme biçimlerini dönüştürmüştür. Konu, Matrix hakkındaki gerçeği keşfeden ve makinelere karşı isyana katılan bir bilgisayar programcısı olan Thomas Anderson'ın etrafında dönmektedir. Matrix'ten kurtulan diğer insanlarla birlikte Thomas makinelere karşı savaş vermiştir. Filmde, akıllı makinelerin insanların dikkatini dağıtmak ve bedenlerini enerji kaynağı olarak kullanmak için yarattığı simüle edilmiş distopik bir gelecek anlatılmaktadır (Stucky, 2005, s. 10).

İzleyenlere felsefi ve düşünsel sorular sorma şansı sunan Matrix'in aksine eğitim ve eğlencenin sanal dünyada nasıl iç içe geçebileceğini gösteren Second Life, 2003 yılında San Francisco merkezli Linden Labs şirketi tarafından piyasaya sürülmüştür. İçeriğin tamamını kullanıcıların oluşturduğu (nesneler, alanlar vb.) ve avatar adı ile kendi sanal benliklerini yaratarak etkileşime girdikleri, simüle edilmiş 3 boyutlu VR dünyasıdır (Boulos, vd., 2007, s. 1).

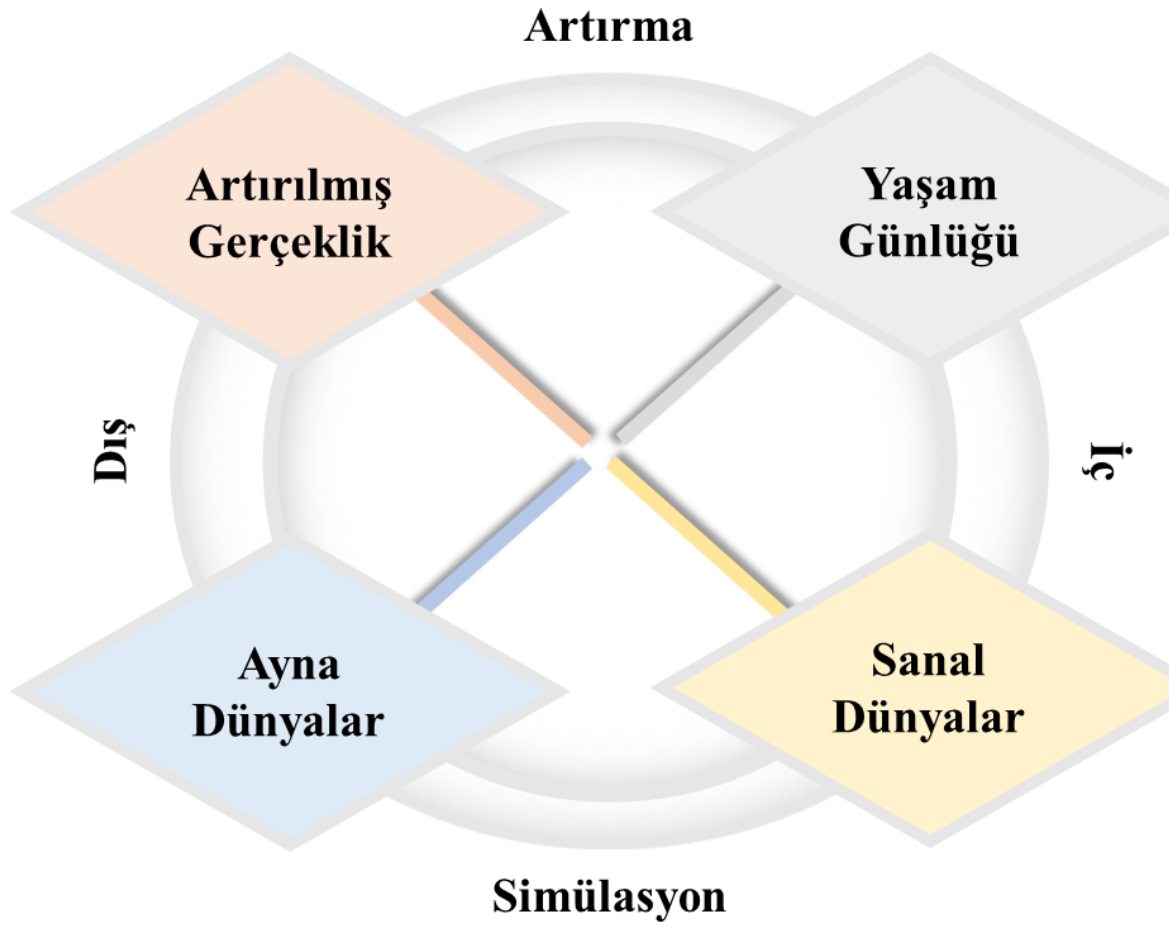
Second Life gibi Roblox Corporation tarafından geliştirilen Roblox da kullanıcıların sanal dünyada iletişim ve etkileşim kurma becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyan, çevrimiçi oyun ve oyun oluşturma platformudur. Kullanıcılar platformda diğer kullanıcılar tarafından oluşturulmuş oyunları programlayabilmekte ve oynayabilmektedirler. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 16 yaşın altındaki çocukların yarısından fazlasının da oynadığı Roblox platformu, ComScore'a göre, Aralık 2017 itibari ile en iyi çevrimiçi eğlence platformlarından biri olarak sıralanmıştır (Rospigliosi, 2022, s. 2; Lyles, 2020).

Roblox ile, sanal ortamlara ve interaktif eğlenceye duyulan hayranlığın arttığı söylenebilir. Bu bağlamda, önemli bir geçiş anı olabileceği düşünülen Ready Player One filmi, bu tür bir gelişim sürecinin bir sonraki önemli aşamasını simgelemektedir. 2045'te Columbus, Ohio'da geçen, sanal dünyaya olan bağımlılığı ve gerçeklik ile simülasyon arasındaki çatışmayı konu alan Ready Player One filmi, Ernest Cline'nin aynı adla yazdığı romandan uyarlanan, yönetmenliğini Steven Spielberg'in yaptığı 2018 tarihli bilim kurgu macera filmidir (Dalimu, vd., 2022, s. 2; Murtini ve Ambalegin, 2022, s. 2).

Ayrıca kendi evrimlerini sürdüren ve sürdürmeye devam eden şirketler arasında Facebook'un da bulunduğu, söz konusu şirketin CEO'luğunu yapan Mark Zuckerberg'ün "Connection 2021" adlı konferanstaki "... artık önceliğimiz Facebook değil Metaverse...gelecek hayal edilen her şeyin ötesinde..." gibi ifadeleri sonucunda şirketin adını "Meta" olarak değiştirerek Metaverse konusunda önemli bir etki yarattığı söylenebilir (Kraus, vd., 2022, s. 2).

1.3. Metaverse'ün Boyutları

Geçmişte Metaverse'ün karmaşıklığının, özelliklerinin ve toplumdaki etkilerinin belirsizliğini yansıttığı düşünülmektedir. Bu nedenle, bazı geliştiricilerin geleceğe dair senaryo odaklı bir yaklaşım kullandıkları görülmektedir (Sarıçam, 2011, s. 17). Bu yaklaşımda, senaryolar, olası geleceği tahmin etmek yerine potansiyel sonuçları keşfetmek amacıyla kullanılan araçlar haline dönüşmektedir. Bu bağlamda, Metaverse'ün sanal bir alan yerine sanal ve gerçekliğin kesiştiği bir nokta olarak anlaşılmasını öneren Hızlandırma Çalışmaları Vakfı (ASF) 2007 yılında Metaverse Yol Haritası'nı oluşturmuştur (Smart vd., 2007). Metaverse Yol Haritası'nın 2017 yılına kadar yakın vadeli bir öngörü ve 2025 yılına kadar uzun vadeli bir spekülasyon ufkunun bulunduğunu ifade eden Smart vd., (2007), Metaverse'ün dört boyutunu iki eksen altında incelemişlerdir: AR (dış/artırılmış), yaşam günlüğü (YG) (yakın/artırma), ayna dünyalar (AD) (dış/simülasyon), sanal dünya (SD) (iç/simülasyon) (Lee, vd., 2011, s. 3).



Şekil 2. Metaverse'ün Boyutları (Lee, vd., 2011, s. 4)

1.3.1. Artırılmış Gerçeklik

Bilgisayar, cep telefonu gibi dijital cihazlar ile iki veya üç boyutlu sanal ve katmanlı nesneler aracılığıyla akıllı bir ortam oluşturan ve kullanıcıların etkileşime girmesini sağlayan AR, 1990'ların sonunda ortaya çıkmıştır (Yu, 2022, s. 2; Lee, 2022, s. 3). Konum tabanlı teknolojileri ve ağları (5G ağları, 3D baskı, yapılandırılmamış veri işleme vb.) kullanırken gerçek dünya – eğlence sarmalında sürükleyici bir içerik sunmaktadır (Lee, vd., 2011, s. 3; Lee, 2022, s. 4). Fiziksel dünyaya ek bir algı katmanı eklemesi ile YG'ye benzeyen AR, dış dünya ile ilgilenmesi ve etrafındaki sensörlerle iletişim kurma özelliği ile de AD ile benzerlik göstermektedir. Bireyleri kendilerini saran dünyaya daha da yaklaştırmayı amaçlayan AR aracılığı ile nesneler konuşmakta ve evin bir parçası haline gelmektedirler (Bolger, 2021, s.

5). AR ile sunulan hizmetler arasında 2017’de piyasaya sürülen ve popülerlik kazanan mobil oyun “Pokemon Go”, Naver Z şirketinin sunduğu ZEPETO ve IKEA’nın sunduğu mobilya simülasyonu yer almaktadır (Lee, 2022, s. 4; Lee, 2022, s. 3). Bireyin gerçek dünyayı görme şeklindeki kesintilerin AR ile aşılabildiği düşünülse de bazı araştırmacılar gerçekliğin katmanlar halinde olduğu bu ortamda bazı kafa karışıklıklarının olabileceğini ifade etmektedirler (Bolger, 2021, s. 5; Lee, 2022, s. 4).

1.3.2.Yaşam Günlüğü

Kavram, Ulusal Bilim Enstitüsü Direktörü Vannevar Bush tarafından 1945 yılında bireylerin kamera gibi kayıt cihazları aracılığı ile yaşamlarını nasıl kayıt altına alabileceklerini tanımlayabilmek için oluşturulmuştur (Bolger, 2021, s. 6). Günümüzde ise bu kavram bireylerin yaşamlarını ses, metin ve video aracılığıyla kaydeden, elde edilen bilgileri depolayan ve tasvir eden teknolojiyi adlandırmak için kullanılmaktadır (Yu, 2022, s. 4, s. ; Lee, 2022, s. 3). 5G ağı, çevrimiçi platformlar ve sensörler gibi temel teknolojileri kullanan YG ile verilerin analiz edilmesi ve izlenmesi birçok birey için rutin hale gelmiştir (Bolger, 2021, s. 6; Lee, 2022, s. 3). Bu bağlamda YG bireylerin herhangi bir zamanda kontrol edebildikleri ve paylaşılabildikleri bilgiyi içeren bir boyuttur (Lee, 2022, s. 3). Artırılmış teknolojiler kullanılarak bireylerin geçmişlerinin kayıt altında tutulduğu ve raporlandığı bu boyut, fiziksel gerçekliğin durumunu kaydeden Nesne Yaşam Günlükleri (NYG) ve bireylerin yaşamlarını kaydeden Kullanıcı Yaşam Günlükleri (KYG) olarak ikiye ayrılmaktadır (Lee, vd., 2011, s. 3). KYG ile bireyler giyilebilir teknolojileri de kullanarak canlı kayıt, yakılan kalori, müzik veya film seçimi ve koşulan mesafe gibi depolanan verileri paylaşmaktadırlar (Lee, 2022, s. 3). Kullanıcıların video veya fotoğraf paylaşabildiği Instagram, Facebook, Tiktok ve Youtube gibi sosyal medya araçları buna örnek gösterilebilir (Bolger, 2021, s. 6; Lee, 2022, s. 3).

1.3.3. Ayna Dünyalar

Fiziksel dünyanın geliştirilmiş sanal hali veya yansımasıdır. Bu boyutta fiziksel dünyadaki nesne ve bilgiler web’e kodlanmaktadır (Lee, vd., 2011, s. 3). VR’a dayalı sanal dünyalardan ayrılan AD, gerçek dünyanın yapısını ve görünümünü dijital alana kopyalayarak kullanıcılara sürükleyici bir deneyim sunmaktadır (Bolger, 2021, s. 7; Ryu, 2022, s. 8; Lee,

vd., 2022, s. 2). Aynı zamanda AD, gerçek dünyanın yapısını coğrafi olarak doğru bir şekilde haritalandırma işlevini gerçekleştirme aracı olarak kullanılmaktadır (Yu, 2022, s. 2). Bu bağlamda AD'nin harita tabanlı hizmetleri içerdiği ifade edilebilir (Lee, 2022, s. 7). Bu hizmetler arasında 2005 yılında kullanıma sunulan ve haritadaki yerler hakkında rehberlik sağlarken aynı zamanda konumun gerçekçi görünümünü gösteren Google Haritalar sayılabilir (Ryu, 2022, s. 9; Bolger, 2021, s. 7). Diğer yandan gayrimenkul alma ve satma hakkını garanti eden Upland platformu, Google Haritalar'daki emlak bilgilerini kullanmaktadır (Lee, 2022, s. 3; Ryu, 2022, s. 9; Lee, vd., 2022, s. 2). Bireylerin evlerini sanal bir alana kopyalayarak konaklamayı mümkün hale getiren Airbnb ve gerçek dünyadaki binaların oyun dünyasında yeniden üretilebildiği Minecraft AD'nin temsili birer örnekleridir (Lee, 2022, s. 4; Lee, vd., 2022, s. 2). Eğitimde kullanılan AD'nin önemli örneklerinden sayılabilecek Zoom, Teams ve Google Meet gibi sanal öğrenme alanları geçmişte fiziksel olarak ayrı olan bireylerin iletişimini kolaylaştırmak için sunulmuş olsa da özellikle Covid-19 pandemisinden sonra sanal/uzaktan eğitimin yaygınlaşması ile gerçek zamanlı eğitim araçları olarak kullanılmaya başlanmıştır (Lee, 2022, s. 4; Ryu, 2022, s. 9; Lee, vd., 2022, s. 2).

1.3.4. Sanal Dünya

SD fiziksel dünya topluluklarının sosyal yaşamını kademeli bir şekilde simüle etmektedir. Bunun sonucunda bireyler sanal bir dünyada ikinci bir kimliğe sahip olma olasılığı ile karşı karşıyadırlar (Lee, vd., 2011, s. 3). Gerçeklikten tamamen farklı alternatif bir alan sunan SD bu özelliğiyle AD'den farklılaşmaktadır (Lee, 2022, s. 4). Dijital verilerle oluşturulmuş, simüle edilmiş ve iç odaklı olan SD, bireylerin avatarlar aracılığıyla faaliyetlerini gerçekleştirebileceği sanal bir alan sağlamaktadır (Lee, 2022, s. 4; Bolger, 2021, s. 8). Buna örnek olarak, çevrimiçi rol yapma oyunu olan Lineage ve oyuna ek olarak bireylerin avatarlar aracılığıyla sosyalleşmesini sağlayan Second Life, Roblox, Zepeto gibi sanal dünya platformları verilebilir (Bolger, 2021, s. 9; Lee, 2022, s. 5). Kullanıcıların egosunu yansıtan avatarlar arasındaki etkileşimin sağlandığı SD'yi, gerçek dünyadan kaçınma, ahlaki ve etik sorunlara neden olabilecek düzensizlik korkusu gibi tehditlerin beklediği söylenebilir (Lee, 2022, s. 4).

ASF'nin yapmış olduğu çalışmada ortaya çıkan dört boyutun bahsedilen senaryolardan yalnızca biri olduğu düşünüldüğünde, araştırmacıların ve akademisyenlerin Metaverse'ün

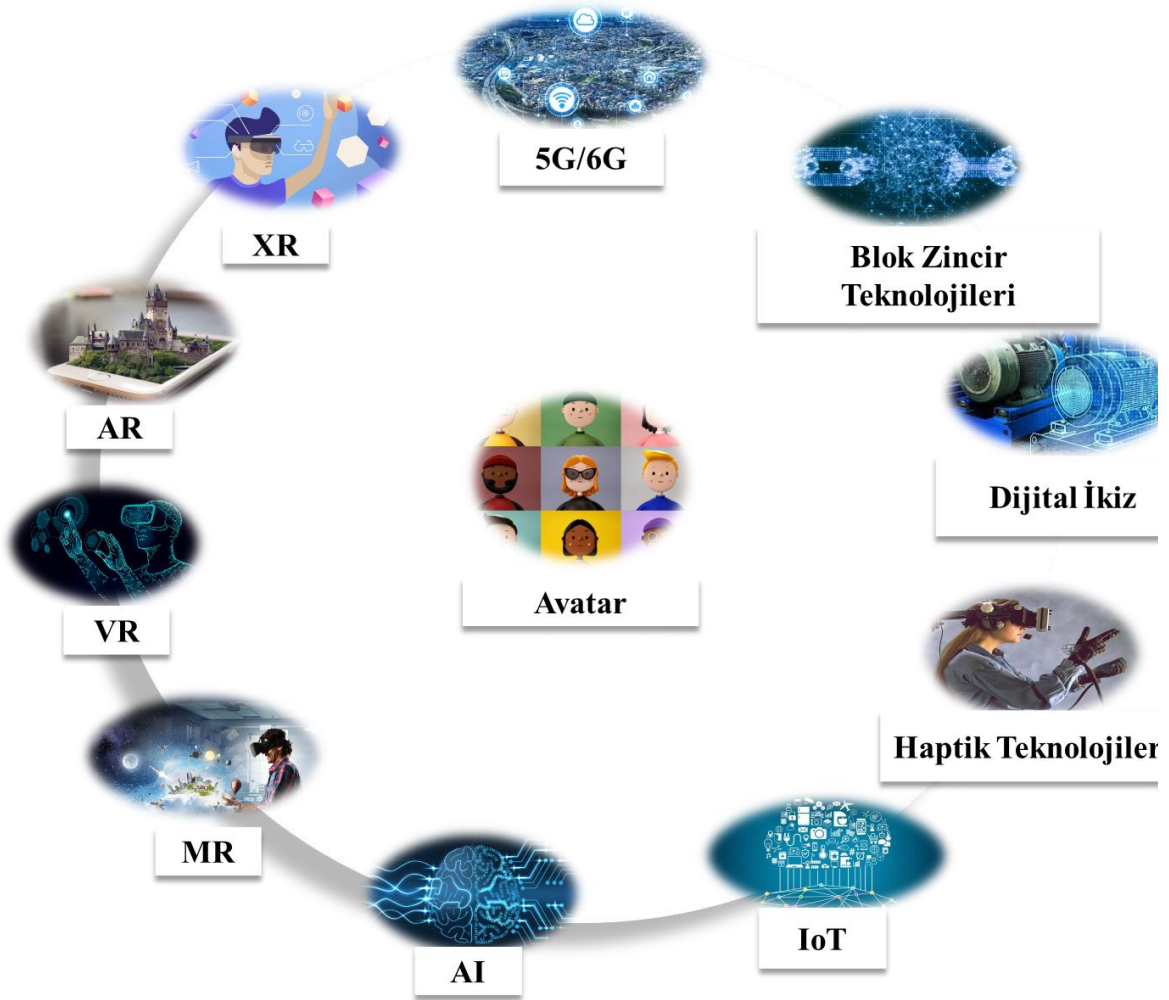
boyutlarını incelediği birden fazla çalışmaya ulaşmak mümkündür. Bu bağlamda Rijmenam (2022)'ın yaptığı çalışmada Metaverse'ün altı karakteristik boyutu ifade edilmiştir:

- Birlikte çalışabilirlik: Kullanıcıların sahip olduğu dijital varlıkların özelliklerini farklı fiziksel veya sanal ortamlara taşıırken, bunun tam tersine, hiçbir engelle karşılaşmamalarını ifade eder. Verilerini ve varlıklarını bir platformdan diğer bir platforma aktaran kullanıcı deneyiminin sorunsuz olması Metaverse'ün toplum için yaratacağı değer ile doğru orantılıdır. Ball (2020)'a göre ünlü markalar için tasarlanan nesneler Roblox, Zepeto gibi farklı platformlarda sergilenebilir veya sosyal medya aracılığı ile birçok kullanıcıya hediye edilebilir.
- Ademi merkezîyetçilik: Sanal dünyaların ve buradaki deneyimlerin kim veya kimler tarafından kontrol edildiği ve platformların başarı sağladığı taktirde bundan kimlerin pay alacağı ile ilgilidir.
- Kalıcılık: Platform kurucularının izin verdiği sürece sanal ya da artırılmış deneyimlere erişimi olan bütün kullanıcıların çevrimiçi kalabildiği, açık ve kalıcı interneti ifade eder. Kalıcılığın anahtarı, gerçek hayatta apartmanların değişmezliği ve yalnızca sahibinin izniyle kaldırılabilmesi örneğinde olduğu gibi Metaverse ortamında da içeriğin sadece yaratıcılar tarafından silinmesi ile ifade edilebilir. Bu boyutun sınırlılıklarından biri ise suçluların kolayca herkese açık ve kalıcı içerikler sunabilmeleridir. Bazı araştırmacılar ileride oluşması muhtemel riskleri engellemek için içerik yaratıcılarına belirli kuralların getirilmesini önermektedirler.
- Mekansallık: Mekansallıktan uzak olan Metaverse'ün sınırlı olanaklara sahip bir Metaverse olacağı söylenebilir. Mekansal bağlantıların olduğu sanal dünya içerisinde bulunan nesnelerin kalıcı hale gelmesi ile kullanıcılar gerçek dünyaya daha yakın bir deneyim elde edebilirler.
- Topluluk odaklı: Bir gruba bağlı kalmanın bireysel hayatta önemli olduğunu aktaran bu boyutta bireyler bir araya gelerek konu hakkındaki fikirlerini tartışmaktadırlar. Bu eylemin gerçek dünyadan bir farkının olmadığı da dikkat çekmektedir.
- Öz egemenlik: Bireylerin kontrol sahibi olduğu web siteleri veya platformlar artık yerini dijital kimlikler ve verilerine bırakmaktadır. Bu boyut, kullanıcıların verilerini kontrol eden herhangi bir devlet veya şirkete güvenmek zorunda kalmadan kendi kimlikleri ve verileri üzerinde sağladıkları egemenlikleri ifade etmektedir.

1.6. Metaverse'ün Ekosistemi

Herhangi bir sınırın olmadığı öznel gerçekleyen (Terzi, 2020, s. 2) alternatif bir dünya olan Metaverse, sürükleyici deneyim ile etkileşimi de sunmaktadır (Lee, vd., 2021, s. 1). Bu bağlamda Metaverse'ün ekosistemi MR, AR ve VR'ın bir arada bulunduğu XR, Yapay Zekâ, 5G/6G, Haptik, Blok Zincir teknolojileri, Nesnelerin İnterneti (IoT), Dijital İkizler, Avatar vb. birçok teknolojiyi içerisinde barındırmaktadır. Bu teknolojiler (XR, AR, VR, MR) ile farklı bir gerçekliğe ulaşma fikrini benimseyen birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan biri olan Stanley Weinbaum'un kaleme aldığı 1935 yılına ait "Pygmalion'un Gözlükleri" adlı kitapta; bir çift gözlük ile kullanıcıların dokunma, koku ve tat alma duyularını da kullanarak kurgusal dünyada etkileşime girmeleri anlatılmaktadır (Rameshwar & King, 2023, s. 2). Bir diğer çalışmaya örnek verilebilecek "The Ultimate Display" adlı kitap 1968 yılında Ivan Sutherland tarafından yazılmış ve kitapta "programlamanın uygun kullanımı ile böyle bir ekran kelimenin tam anlamıyla Alice'in içine daldığı Harikalar Diyarı olabilir" ifadeleri yer almıştır (Rameshwar & King, 2023, s. 2). Bu bağlamda fiziksel dünyayı yansıtan sanal dünyanın bağımsız olduğu, bilhassa Metaverse'ü Metaverse yapan ve tüm bu teknolojileri de kapsayan ekosistem Şekil 3'te gösterilmektedir.





Şekil 3. Metaverse’ün Ekosistemi (Ali, 2023)

1.6.1. Genişletilmiş Gerçeklik (XR)

XR, karma, artırılmış ve sanal gerçekliği bir arada bulundururken sanal dünyayı gerçek dünyadan ayırt edilemez hale getirmeyi amaçlamaktadır (Khan, vd., 2022, s. 1). Bu bağlamda sanal dünyanın fiziksel dünya ile aynı statüye sahip olması nedeniyle kullanıcılar sanal ve fiziksel olarak iki gerçeklik biçimine erişim sağlamaktadırlar (Rameshwar & King, 2023, s. 2). Aynı zamanda XR kavramında bulunan “X” ile fiziksel ve sanal dünyayı birleştiren mekânsal bilgi teknolojileri ifade edilmektedir (Guan, vd., 2022, s. 2). Varlık hissinin sağlandığı teknoloji, mekânsal hesaplama ve işitsel/dokunsal algılama cihazları kullanan bireylerin fiziksel dünyada algıladıkları nesneleri doğrudan algılamalarının aksine duyular aracılığı ile yanlış değerlendirmelerde olduğu gibi söz konusu nesnenin bulunduğu

dünyayı oluşturarak algılamalarına olanak tanıyan XR (杉本真樹, 2020, s. 1), giyilebilir (haptik) ve bilgi teknolojileri ile ortaya çıkan sanal ve gerçek tüm ortamları kapsarken insan/cihaz etkileşimini de içinde barındıran yalın bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Kemec, 2022, s. 3). Metaverse'e adım atmak için önemli bir terminal haline gelmesi beklenen XR (Rawat & El Alami, 2023, s. 4), göz hareketi ile ses izleme fonksiyonlarını, dokunmatik ekran, klavye ve fare gibi donanım cihazlarını içermektedir (Baroroh, vd., 2022, s. 1). XR, organların, göz yapılarının ve çeşitli ultrason, tomografi, mr görüntülerinin 3 boyutlu koordinatları çıkarılırken kullanıcının bu verileri gerçekçi bir hissiyatla görerek ve dokunarak deneyimlemesine olanak tanıyan (杉本真樹, 2020, s. 2)/**sağlık bilimleri** (tıp, oftalmoloji, rehabilitasyon) (Ramesh, vd., 2022, s. 1), öğrencilerin eğitim alma ve öğretmenlerin çalışma verimliliklerini artırma amacı güden/**eğitim** (Xi, vd., 2023, s. 1) ve araçların karmaşık yapılarının simüle edilerek sürüş eğitimi, teknik servis (servis süresi %40 oranda azalmaktadır) ve uzman yardımının alınması konusunda yardım sağlayan/**otomotiv** (Zhou, vd., 2022, s. 1) vb. birçok alanda kullanılmaktadır (Ko & Rogers, 2021, s. 1; Baroroh, vd., 2022, s. 1; Lee, vd., 2021, s. 1). COVID-19 pandemisinden sonra kullanımının yaygınlaşacağı (Xi, vd., 2023, s. 2) ve 2026 yılına dek 463,7 milyar dolarlık bir değere sahip olacağı (Kemec, 2022, s. 3) düşünülen aynı zamanda Google ve Meta gibi şirketlerin yatırım yaptığı (Warin & Reinhardt, 2022, s. 1) XR uygulamalarının/cihazların getirdiği bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlara örnek olarak; mide bulantısı, göz yorgunluğu, baş dönmesi, halsizlik, internet bant genişliğinin düşüklüğü, veri güvenliği, sistem maliyeti vb. verilebilir (Rameshwar & King, 2023, s. 3; Warin & Reinhardt, 2022, s. 2; Rawat & El Alami, 2023, s. 4).

1.6.2. Artırılmış Gerçeklik (AR)

Kullanıcıların ulaşmak istedikleri bilgiyi “artırarak” fiziksel alana aktarmalarını ve manipüle etmelerini sağlayan AR kavramı, 1992 yılına ait “Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes” adlı çalışmada Thomas Caudell tarafından tanımlanmaktadır (Thomas & David, 1992, s. 2). Fiziksel dünyada bulunan ve bilgisayarlar aracılığıyla meydana gelen nesnelerin grafiksel görüntülerini kullanıcıların görebileceği şekilde yine fiziksel dünyaya yerleştiren AR (Wei, 2022, s. 5), birçok teknoloji (tablet, telefon, başlık, gözlük vb.) ile uzamsal alanı güçlendirirken fiziksel dünyada bulunan boşlukların da doldurulmasına katkı sağlamaktadır (Zhou, vd., 2022, s. 10). Bu kapsamda

AR'ın yalnızca fiziksel dünya üzerine eklenen ve bu dünya üzerinde görselinin sağlandığı bir teknoloji olmadığı, aynı zamanda nesnelerin video ve oyun ortamlarına da aktararak söz konusu görsellerin kullanıcı erişimine açılmasına olanak tanıyan bir artırma yöntemi olduğu anlaşılmaktadır (Kemec, 2022, s. 4). AR, fiziksel dünyayı merkezde tutarak sanal ortamlarda bulunan, kullanıcılara ait nesnelerin ya da mekanların tamamlanmasında (sanal ve gerçek alanların birleşimi) büyük bir rol oynamaktadır (Doolani, vd., 2020, s. 6). AR teknolojisi, çalışan bireylerin nesnelerin daha gerçekçi bir görüntüsüne ulaşabilmeleri ile çalışmalarında daha güvenilir sonuçlar elde etmelerine olanak tanımaktadır (Rameshwar & King, 2023, s. 3).

Ağırlığını destekleyebilmek için büyük bir kirişin varlığına ihtiyaç duyulması nedeniyle “Demokles’in Kılıcı” olarak adlandırılan “başa takılan ekran” (HMD), 1968 yılında Harvard Üniversitesi Profesörü ve Bilgisayar Bilimcisi olan Ivan Sutherland tarafından oluşturulmuştur (Sutherland, 1968, s. 3; Billingham, 2021, s. 1). AR teknolojinin ilk örneği olma özelliği gösteren HMD ile kullanıcılar gerçek dünya algısını değiştiren ve geliştiren bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş görüntüleri/grafikleri deneyimleyebilmektedirler (Feiner, 1994, s. 1). AR kavramı ve teknolojinin ortaya çıkması ile şirketler ve uzmanlar ilgili konu üzerinde bazı istatistiksel çalışmaları (veri) bünyelerinde barındırmakta ve söz konusu veriler aracılığıyla fikirlerini/tahminlerini kamuoyuyla paylaşmaktadırlar. Bu bağlamda Unanimous AI şirketinin CEO'su, bilim insanı ve aynı zamanda AR, VR ve yapay zekâ alanlarının öncüsü olan Louis Rosenberg, cep telefonlarının yerini AR arayüzlerinin alacağını ve birçok kullanıcının VR'ı kullanma sürelerinin 10 yıl gibi bir dönem içerisinde her gün 2 saatten fazla olacağını öngörmektedir (Qayyum, vd., 2022, s. 7). Bu doğrultuda kullanıcıların AR erişimini sağlayabilmeleri için AR'ın desteklediği; HMD, projektör, GPS, IMU, cep telefonu, tablet vb. birçok cihazın/aracın kullanılması önerilmektedir (Ramesh, vd., 2022, s. 1).

1.6.3. Karma Gerçeklik (MR)

Paul Milgram ve Fumio Kishino 1994 yılında yayınlanan çalışmalarında MR kavramının literatüre kazandırılmasını sağlamış ve “sanallık sürekliliği” (virtuality continuum) adını verdikleri simülasyonda sanal ve fiziksel nesnelerin tek bir görüntüde sunulduğu ve söz konusu nesnelerin bulunduğu ortamların arasında konumlanan bir alan olma özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir (Milgram & Kishino, 1994, s. 2). Bir elin sanal dünyada

diğerinin gerçek dünyada bulunması ile kullanıcıların gerçeklik ve hayal algısını yıkıma uğrattığı düşünölen MR (Doolani, vd., 2020, s. 4), AR ve VR teknolojilerinin etkileşime girerken aralarında geçiş deneyiminin sağlandığı karma bir kavram olma özelliği taşımaktadır (Rawat & El Alami, 2023, s. 4; Qayyum, vd., 2022, s. 3). AR’da, nesnelerin veya ortamların birçoğu sanalken AR’ın bir adım ötesi (Baroroh, vd., 2022, s. 1) olarak da bilinen MR’da ilgili nesnelerin ve ortamların fiziksel ve sanal dünyada birleştiğı görölmektedir (Kemec, 2022, s. 4).

Üretimde yer alan personellerin eğitiminde genişletilmiş gerçeklik teknolojilerinin kullanımının incelendiğı bir çalışmada AR’ın gelişmiş haline atıfta bulunan ve sanal/gerçek nesneler arasında etkileşimin kurulmasına zemin hazırlayan MR’ın (Qayyum, vd., 2022, s. 3; Baroroh, vd., 2022, s. 1), cep telefonlarına indirilen bir uygulama ile kullanıcı benimsemesinin düşük maliyetle sağlandığı ifade edilmiştir (Doolani, vd., 2020, s. 6). Düşük maliyetin aksine belirli donanım ve yazılımların sağlanması amacıyla ek maliyetlerin gerekliliğini ortaya koyan bir diğer çalışmada, söz konusu maliyetlerin sanal görsellerin dinamik hale getirilmesi amacıyla yükseldiğı belirtilmiştir (Zhou, vd., 2022, s. 2). Bu bağlamda MR’ın sunduğı teknolojilere örnek olarak; Microsoft HoloLens başlığı ve Google Glass verilebilir (Ramesh, vd., 2022, s. 1; Qayyum, vd., 2022, s. 4).

1.6.4. Sanal Gerçeklik (VR)

VR kavramı ilk kez Antonin Artaud tarafından (1958) yazılmış olan “The Theater and Its Double” adlı kitabında kullanılmıştır. Söz konusu kavram 1989 yılında yazar, besteci ve bilgisayar bilimcisi olan Jaron Zepel Lanier tarafından popülerleştirilmiş ve “gerçek dünyayı öğrenmeyi kolaylaştıracak bir ortama dönüştüren enstrüman, yanılsama bilimi, AI’n tersi ve dijital kuklalık” şeklinde tanımlanmıştır (Lanier, 2017, s. 19; Rameshwar & King, 2023, s. 2). VR kavramının ve tanımının yer verildiğı birçok çalışmaya ulaşmak mümkün olsa da bu kavramın birebir kullanılmadan da yaratıcısı unvanını alan Ray Bradbury’nin (Kurbanoğlu, 1996, s. 1), 1950 yılında yazılmış “The Veldt” adlı kısa öyküsü, iki çocuğun “nursery” adını alan sanal gerçeklik odasında çokça vakit geçirmeleri nedeniyle zaman kavramını yitirmeleri sonucunda ebeveynlerinin söz konusu sorunla başa çıkabilmek için evlerine bir psikoloğı davet etmeleri ile başlayıp bu çözüm arayışının çocukların ebeveynlerini vahşice öldürmeleri ile sonuçlanmıştır (Bradbury, 1972, s. 13).

Kullanıcıların sadece koku alma, görme, duyma, dokunma ve tat alma duyularının sanal hallerine eriştikleri VR (Rameshwar & King, 2023, s. 2) teknolojisinin kullanımıyla sürükleyici bir alanın oluşturulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda sanal başlıkların kullanımı ile kullanıcılara belirli bir görüş alanı sağlanmış ve söz konusu alan ile odaklanma seviyesinin doğru orantılı olduğu anlaşılmıştır (Kemec, 2022, s. 4). VR'ın kullanıcılara sanal alanın gerçek olduğu hissini yaşatabilmek için sunduğu bazı teknoloji ve platformların varlığından söz edilebilir (Qayyum, vd., 2022, s. 3). Bunlar; HTC VIVE, Oculus Quest, Spatial, Mozilla Hub ve Meta Workrooms olarak sayılabilir (Ramesh, vd., 2022, s. 1; Zhou, vd., 2022, s. 10). Gerçek dünyada bulunan uyarıların VR ortama erişim sağlayan kullanıcılara ulaşmadan engellenmesi ile kullanıcıların göremedikleri engellere çarparak yaralanmalarına ve sanal alana yoğunlaşarak zaman kavramını kaybetmelerine sebep olmaktadır (Rameshwar & King, 2023, s. 3).

1.6.5. Blok Zinciri Teknolojileri (Blockchain)

Blockchain fikrinin ortaya atıldığı ilk çalışma olan “How to Time-Stamp a Digital Document” 1991 yılında Stuart Haber ve Scott Stornetta tarafından yazılmıştır (Haber & Stornetta, 1991, s. 1). Söz konusu yazarlar 1992 yılında yayınladıkları bir diğer çalışma ile birçok belgenin tek bir blokta toplanmasını sağlayan “Merkle ağacı” modelini tasarıma dahil etmişlerdir (Bayer, vd., 1993, s. 2; Tijan, vd., 2019, s. 2). Blockchain ile diğer birçok teknolojinin birleşmesiyle modern kripto para birimleri oluşturulmuş olup Satoshi Nakamoto'nun 2008 yılında hazırladığı “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” adlı raporu ile söz konusu para biriminin ilki olan “Bitcoin” ve 2009 yılında Bitcoin kripto blok zinciri ağı halka sunulmuştur (Nakamoto, 2008, s. 1; Yaga, vd., 2019, s. 6).

Bitcoin'in çalışma prensibine adını veren Blockchain teknolojisi (Ammous, 2016, s. 1), şifreleme biliminin bir alt alanı olan kriptografi yöntemi aracılığıyla ağda dizilmiş kayıtlı verilerin listelendiği dijital bir defter olarak tanımlanmıştır (Huynh-The, vd., 2022, s. 8). Blockchain'in kapsamlı ve popüler olarak kabul görmüş tanımlarından biri de teknolojinin liderleri Alex ve Don Tapscott tarafından yapılmış olup bahsi geçen tanım şu şekildedir; “Blockchain finansal işlemlerin beraberinde kıymetli olan tüm varlıkları kaydetme üzerine programlanabilen, söz konusu işlemlerin bozulmaz bir dijital defteri haline dönüşmüştür” (Golosova & Romanovs, 2018, s. 1). ABD ile Avrupa ve Asya'da bulunan birçok ülkedeki tüketici ve geliştiricilerin ilgisini çekmeyi başaran (Rennoock, vd., 2018, s. 2), Sybil saldırısı (çoklu sahte

kimliklerle bir ağın kontrol edilme işlemi) ve çifte harcamanın (zincire kalıcı kaydının sağlanmadığı kripto paraların birden fazla kez harcanma işlemi) önlenmesi amacıyla tasarlanan Blockchain (Belotti, Božić, Pujolle ve Secci, 2019, s. 2), dağıtılmış defter teknolojisi adını alan merkeziyetsizleştirilmiş (merkezi bir otorite olmadan), halka açık, aynı zamanda manipüle edilmeye dayanıklı bir dijital defterdir (Yaga, vd., 2019, s. 4). Lineer dizi bloklarının zincire eklenmesi ile oluşan söz konusu defterin (Blockchain) tüm alternatiflerinde hash (verinin bütünlüğünü sağlamak amacıyla girdilerin benzersiz şifreli bir temsili) ve zaman damgası (elektronik imza ile kayıtları alınan verilerin değiştirildiği, üretildiği ve kaydedildiği zamanın tespiti) bulunmakta ve bloklarda bulunan verilerin Blockchain ağına bağlı olduğu anlaşılmaktadır (Golosova & Romanovs, 2018, s. 1). Bu bağlamda bir zincire eklenen bilgilerin değiştirilemez veya kaldırılamaz olması, Blockchain ağında bulunan düğümler arasında şeffaflığın sağlanması ve girdilerin doğrulanabilir olması Blockchain'in güvenilirliğini kanıtlar niteliktedir (Yaga, vd., 2019, s. 6).

Blockchain ağı İzinli ve İzinsiz olmak üzere iki türe ayrılmıştır (Rennock, vd., 2018, s. 2):

- İzinli Blockchain: Kişi veya kurumların belirli bir işlemi gerçekleştirebilmek için eriştikleri özel ağlardır.
- İzinsiz Blockchain (Halka açık): Bir bireyin Bitcoin yardımıyla ödeme gerçekleştirmesi örneğinde görüldüğü gibi herkesin erişebildiği açık kaynaklı bir ağdır.

Blockchain teknolojilerinin Metaverse ortamında kullanımına başlaması Metaverse'de bulunan yüksek miktarda verinin gizlilik koruma mekanizmasına sahip olmadan depolanmasına ve tipik siber saldırıların hedefi haline gelmesine dayanmaktadır (Huynh-The, vd., 2022, s. 8). Yapay zekâ teknolojileri ile güçlendirilen Blockchain'in, Metaverse'ün çok daha güvenilir bir alan haline dönüşmesine katkı sağladığı söylenebilir (Gadekallu, vd., 2022, s. 11). Blockchain teknolojilerinin birçok Metaverse platformunda kullanıldığı görülmüştür. Bu kapsamda Decentraland, Sandbox, Axie Infinity gibi platformlar 2013 yılında tanıtımı gerçekleşen Ethereum (merkezi olmayan ve değiştirilemezliği benimseyen bir ekosistem), Zepeto platformu ZTX (dijital varlıkların oluşturulabildiği ve takas edilebildiği 3 boyutlu açık dünya) ve Minecraft platformu Enjin (uçtan uca erişimin sağlandığı NFT kullanımını kolaylaştırmayı hedeflemektedir) Blockchain'i üzerine inşa edilirken, VRChat ve Horizon Worlds gibi bazı platformların Blockchain'i içermediği görülmüştür (Akkus, vd., 2022, s. 2).

1.6.6. Yapay Zekâ (AI)

AI kavramını literatüre kazandıran ve matematik profesörü olan John McCarty ve arkadaşları, 1955 yılında hazırladıkları “A Proposal For The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence” başlıklı çalışmalarını “Dartmouth Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years” olarak da bilinen “AI@50” de sunmuşlar ve önerilerinde “insan özelinde sunulan bazı özelliklerin (dilini kullanımı, soyut düşünce ve kavramların öğrenimi vb.) makineler için de geçerli olabileceği varsayımı ile birkaç problemin (hesaplamanın büyüklüğü teorisi, kendini geliştirme ve sinir ağları vb.) çözümünün sağlanabileceği düşünülmektedir.” İfadelerini kullanmışlardır (McCarthy, vd., 2006, s. 2). AI’ın doğuşu 1956 yılında olsa da söz konusu kavramın kullanım biçimi (çalışma prensibi) ile ilgili geçmişte yapılmış ve gelecekte yapılması öngörülen birçok çalışma veya ifadeye ulaşmak mümkündür (Brynjolfsson & McAfee, 2017, s. 4). Bu bağlamda Blaise Pascal’ın icadı olan ilk mekanik hesaplama makinesi ile başlayan bu serüvenin 1642 yılına kadar uzandığı ifade edilebilir (Gasimov, 2018, s. 136). Ada Lovelace, Charles Babbage’in geliştirdiği ve “Analytic Engine” adını verdiği makinenin uygun algoritmaya programlanabileceği fikrini 1837 yılında ortaya atmış ve söz konusu fikri sunan ilk araştırmacı olduğu anlaşılmıştır (Bromley, 1982, s. 2). Alan Mathison Turing’in 1936 yılında yazdığı “On Computable Numbers” adlı çalışmasından aldıkları fikirle 1943 yılında “A Logical Calculus of the ideas Imminent in Nervous Activity” başlıklı makalelerini yayınlayan nörofizyolog Warren McCulloch ve bilişsel psikolog Walter Pitts makalelerinde “**McCulloch-Pitts nöronu**”nu (**sinir ağına ait ilk matematiksel model**) tanımlamışlardır (McCulloch & Pitts, 1943, s. 1). Bilgisayarların ortaya çıkışının üzerinden çok geçmeden 1950 yılında Alan Mathison Turing tarafından “Computing Machinery and Intelligence” adlı başka bir çalışma daha yayınlanmış ve bu çalışma kapsamında sorulan “Makineler düşünebilir mi?” sorusu ile tüm dünyada AI’ın ortaya çıkış ve gelişim serüveni başlamıştır (Turing, 1950, s. 2). Alan Turing, söz konusu çalışmada, “Turing Testi” adını verdiği ve makine ile bir deneği (insan) görüş alanından uzak bir bölümde tutarak testi gerçekleştiren kişi tarafından soruların sorulması ile sorular karşısında alınan cevapların niteliğine göre hangi deneğin insan veya makine olduğunun bulunmasını, bulunmadığı taktirde makinenin insan gibi davranış gösterdiğini kanıtlayan bir testin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Turing, 1950, s. 15). Bazı kaynaklara göre Turing testini, 2014 yılına kadar geçen bir yapay zekaya rastlanmamış ilgili yılın yaz aylarında Vladimir Veselov ile Eugene Demchenko’nun geliştirdiği, Alan Turing’in ölümünün 60. yıl dönümü için düzenlenen

yarışmaya katılan ve geliştiricileri tarafından 13 yaşındaki bireyin özelliklerini taşıyan bir yapay zeka olarak tanıtılan “Eugene Goostman”ın, başarılı olarak sayılması için en az %30 oranına sahip olunması gereken söz konusu testi %33 oranına ulaşarak geçtiğı ifade edilmiştir (Warwick & Shah, 2016, s. 3). Farklı bir çalışmada ise 1975 yılında Kenneth Colby tarafından geliştirilen ve “Parry” (şizofrenik davranış gösteren bir hasta olarak tasarlanmıştır.) adını alan chatbot’un ilgili testi %52’lik bir oranla geçen ilk yapay zekâ tasarımı olduğı ifade edilmiştir (Shum, vd., 2018, s. 3). Turing Testi’ne karşı çıkan ve “Çin Odası Testi”ni hazırlayan John Rogers Searle, makinelerin insan davranışlarını gösteremeyeceğini kanıtlamayı amaçlamış ve makinelerin programlamalar dahilinde yol aldığını, dolayısıyla insan aklı ile kıyaslanamayacağını savunmuştur (Aydın, 2017, s. 17). Ancak AI’ın sürekli gelişen ve kendisini yenileyen bir yapı olduğı unutulmamalıdır. Alan Turing’in ifade ettiğı söz konusu soru ülkemizde 1959 yılında Atatürk Üniversitesi’nin düzenlediğı konferansta Ordinaryüs Profesör Dr. Cahit Arf tarafından sunulan “Makine Düşünebilir mi ve Nasıl Düşünebilir?” adlı çalışması ile gündeme gelmiştir (Arf, 1959, s. 2).

Doğal dil işlemenin emekleme aşamasında olduğı dönemde Joseph Weizenbaum tarafından 1965 yılında geliştirilen ve Turing Testi’nden ilham aldığı ifade edilen Eliza adlı chatbot’un, kullanıcılarını gerçek bir insanla iletişimde olduklarına inandırdığı, psikoterapist gibi davranan ve bu senaryo üzerinden bireylerle etkileşime giren bir AI yazılımı olduğı görölmektedir (Rajaraman, 2023, s. 1). Bir diğer AI yazılımı olan ve 1973 yılında Waseda Üniversitesi’nin laboratuvarında tasarlanan “Wabot-I”, WAM-4 (yapay el) ile WL-5 (yapay bacak)’ten oluşmuş ve geliştiricileri tarafından 1,5 yaşındaki bir bebeğın zihinsel becerilerine (nesnelerin kaldırılması, yürüme, mesafe ve yön ölçümü vb.) sahip olduğı görölmüştür (Akhtaruzzaman & Shafie, 2010, s. 2). Söz konusu Üniversitenin aynı adla, farklı bir versiyonunu tasarladığı ve “Wabot-II” adını verdiğı AI ise alt sürümünün sergilediğı çok yönlü yetenekten ziyade birden fazla enstrümanı çalma becerisini göstererek insan zekasının ve birtakım motor becerilerinin ihtiyaç duyulduğı sanatsal faaliyetleri gerçekleştirmesi ile “uzman robot” unvanını aldığı görölmüştür (Kato, vd., 1987, s. 2). Edward Feigenbaum tarafından (1981) yazılmış “Expert System in the 1980s” adlı çalışmada “uzman sistemler”in birer akıllı ajanda oldukları öne sürölmüş ve söz konusu sistemlerin uzman bireylerin altından kalkamayacağı çok daha karmaşık problemlerin çözümünde büyük bir rol oynayacağı ifade edilmiştir. 1985 yılında Feng-hsiung Hsu tarafından oluşturulan ve 1989 yılında IBM tarafından geliştirilen “Deep Blue”, 1997 yılında düzenlenen satranç yarışmasında daha önce dünya şampiyonluğı alan Garry Kasparov’a karşı oynadığı

yarışı kazanmış ve AI'ın ilerleyişinde sembolik bir kanıt olduğu düşünülen “insana karşı galibiyet alan makine” unvanını almıştır (Campbell, vd., 2002, s. 1). 1993 yılında Alan Mackworth'ün mesafe ve yön planlama algoritmalarını geliştirdiği robotların futbol aktivitesini gerçekleştirme önerisinin ardından Kitano ve arkadaşları 1997 yılında her yıl düzenlenen “The Robot World Cup” (RoboCup)’ı önermiş ve ilgili yarışmanın 2001 yılında düzenlediği RoboCup-2001 futbol simülasyon ligine Profesör Dr. Levent Akın'ın liderliğinde Türk ve Bulgar öğrenciler ile birlikte tasarlanan robot futbol takımı “Cerberus” katılım göstermiştir (Mackworth, 1993, s. 5; Kitano, vd., 1997, s. 2; Akin, vd., 2002, s. 1). Bu noktada kullanıcılarla iletişimde olma veya satranç oyununda galibiyet elde etme gibi yetenekleri ifade eden “Zayıf Yapay Zeka”nın aksine çok daha kapsamlı bilişsel ve duyuşsal beceriler sergileyen “Genel Yapay Zekâ”nın varlığından söz edilebilir (Lu, vd., 2018, s. 1).

Makinelere insanlar gibi hareket etme ve düşünme becerilerini kazandıran AI, doğal durumun aksine insan yapımı ve üretimi anlamını taşıyan “artificial” ve Stanford Üniversitesi İnsan Merkezli Yapay Zekâ Enstitüsü'nün çalışmasında bir hedefe ulaşmak veya problem çözümünü sağlamak amacıyla uygun teknikleri uygulayabilme ve öğrenme yeteneği geliştirebilme olarak tanımlanan “intelligence” kelimelerinden oluşmaktadır (Manning, 2020, s. 1). AI kullanıcı deneyimini özelleştiren, tecrübelerle öğrenirken karar verme sürecini mantıklı bir şekilde yürütebilen (Lv, 2023, s. 1), konuşmayı tanıma ve görsel algılama gibi (Mozumder, vd., 2023, s. 8) birçok özelliği bünyesinde barındıran bazılarına göre teknolojiyi (Lee, vd., 2021, s. 14) bazılarına göre ise bilgi işlemin devamlı geliştiği sınırı ifade etmektedir (Berente, vd., 2021, s. 1). AI'ın çalışma prensibini; girdiler üzerinde veri işlemeyi gerçekleştirme ve testler sonucunda performans değerlendirmesini yaparak gelişimini sağlama, tüm bunları yaparken birçok teknolojiyi ve yöntemi de kullanma oluşturmaktadır (Polson & Scott, 2018, s. 8). Bu kapsamda AI'ın çalışma alanını oluşturan alt alanlar şu şekildedir:

- Makine Öğrenmesi; veri kullanımının nasıl daha etkili sağlanacağını makinelere öğretmekte ve söz konusu öğrenmeyi herhangi bir programlama gerektirmeden sağlamaktadır (Manesh, 2020, s. 2).
- Yapay Sinir Ağı; insan beyninden (sinir sistemi) hareketle matematiksel yöntemlerini geliştirmekte (Öztürk & Şahin, 2018, s. 8) dolayısıyla insan beyninin sunduğu birtakım fonksiyonları (veri üretme, öğrenme, veri toplama, hatırlama vb.) da gerçekleştiren bir yazılım olarak tanımlanmaktadır (Abraham, 2005, s. 1).

- Derin Öğrenme; insan sinir sistemini örnek alan yapay sinir ağlarını kullanarak çoklu düzeylerde (alt seviyelerin birçok üst seviyeleri tanımlaması) öğrenmeyi amaçlayan algoritmalar serisi olarak ifade edilmektedir (Deng & Yu, 2014, s. 13).
- Doğal Dil İşleme; yapay sinir ağları ve derin öğrenmede olduğu gibi insanın sinir sistemini kullanarak dilin nasıl kullanıldığı ve anlaşıldığı konusunda veri toplamayı hedeflerken söz konusu verileri manipüle edebilmek için makul teknik ve cihazları geliştiren bir araştırma alanı olarak tanımlanmaktadır (Chowdhary & Chowdhary, 2020, s. 2).

“Business Insider Intelligence”ın (2022) hazırladığı raporda kamu kurumlarının %50’sinden fazlasının risk yönetimi için AI’ı kullandığı anlaşılmış ve böylelikle bankacılığın daha güvenli olduğu, sağlık alanında (Johnson, vd., 2018, s. 1) birçok yeniliğin (doğru teşhis ve bilinçli sağlık politikaları) geldiği, medya alanında ise yenilikçi yaklaşımlar sunarak çözünürlüğü çok daha yüksek grafiklerin elde edildiği bir AI’dan söz edilmeye başlanmıştır (Ouchchy, vd., 2020, s. 1). AI’ın sunduğu birçok yenilik ve beraberinde getirdiği birkaç sınırlamaların da bulunduğu söylenebilir. Bu sınırlamalara çerçeve problemi (yazılımın yalnızca satranç veya konuşma tanımaya yönelik olması dolayısıyla gerçek alanda bulunan her olayı olasılıklara dahil ederek veri tabanının çökmesine sebep olma durumu), sembolleri anlamlarıyla ilişkilendirme sorunu (bir bireyin düşünceler arasında bağlantı kurma becerisine sahip olması ancak AI’ın söz konusu beceriye genellikle ulaşamaması), zihin-beden ilişkisi problemi (zihin ve bedenin bir arada olduğu ve birbirinden etkilendiği düşünüldüğünde bu durumun AI için geçerliliğinin ne safhada olduğu tartışılmaktadır), üretim maliyeti, geliştirilen cihazların çoğunlukla mavi yakalı işçi sınıfının yerini alma ihtimali vb. örnek olarak verilebilir (Lu, vd., 2018, s. 3).

Verimliliği artıran ve insandan kaynaklanan hataların azaltılmasına büyük bir yarar sağlayan AI’ın; ChatGPT, Google Haritalar, Akıllı Asistanlar (Alexa, Siri, Cortana vb.), Snapchat filtreleri, sürücüsüz arabalar, giyilebilir cihazlar (kan şekeri, tansiyon ve kan basıncı gibi sağlık durumlarının değerlendirilmesi), MuZero (Zayıf AI’ın olduğu yerde Genel AI’a ulaşma yolunda gelecek vaat eden bir program) gibi birçok örneğine ulaşmak mümkündür (Fitria, 2023, s. 2; Kandlhofer, vd., 2016, s. 1; Khder, vd., 2022, s. 2).

1.6.7. Nesnelerin İnterneti (IoT)

Kavram, “...cebimizde bulunan cep telefonlarının sunduğu mesajlaşma imkânı IoT değil internettir, IoT daha çok ek algılama katmanıdır...IoT şu anda bizimle, geleceğin değil bugünün bir ürünü...” (Strong Korea Forum, 2015 ; Kramp, vd., 2013, s. 12) ifadelerini dile getiren ve Auto-ID laboratuvarının (Massachusetts Institute of Technology’de bulunan) kurucu ortaklarından olan Kevin Ashton tarafından literatüre kazandırılmıştır (Balouch, vd., 2022, s. 1). Söz konusu kavramın çeşitli teknoloji şirketleri ve araştırmacılar tarafından ifade edilmiş birden fazla tanımına ulaşmak mümkündür. Bu bağlamda, akıllı TV ve ses sistemleri (film izlenmek istendiğinde TV’nin ortamdaki ışığı kısabilme, sestten en iyi şekilde faydalanmak için kendisini film moduna alabilme ve hatta perdeleri indirebilme vb. gibi özellikler), görüş, hava kalitesi, nem/sıcaklık, ışık, varlık, su sızıntısı, kapama/açma, hareket vb. birçok sensör ile TV, çamaşır makinesi, süpürge, klima, buzdolabı, ocak, lamba, kumanda ve perde gibi çeşitli cihazların uzaktan kontrolünü sağlayan SmartThings (BMW otomobiline uzaktan kilit açma/kapama, Volkswagen otomobiline ise en sevilen çalma listesinin açılması ve yol tarifinin kolay dokunuşlarla veya ses ile alınması gibi özellikler sunulmuştur) ve Gear S2 (Volkswagen için klima ve pil seviyesi vb. birçok özelliği uzaktan kontrol edebilme imkanı) gibi teknolojileri sağlayan (Samsung Newsroom, 2015) Samsung şirketinin web sitesinde IoT, “IoT kavramında nesne ifadesi ile dünyada bulunan somut veya soyut her şeyin birbirine bağlandığı bir internet ya da söz konusu tüm nesnelerin oluşturduğu internet kastedilmekte ve ilgili nesnelerin internet adını alan sanal ortamda varlığını sürdürebilecek şekilde yapılandırılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.” şeklinde tanımlanmıştır (Samsung, 2020). Söz konusu kavram için yapılmış bir diğer tanım, uzaktan görüntüleme (...varlık durum skoru ve öngörücü algoritmalar aracılığı ile değer artırma sağlanır ve bu süreçte IoT temelini genişlediği görülür), tahmine dayalı (varlık kullanım süresini artırır ve muhtemel arızaların tahminini sağlar), kurumsal varlık yönetimi (KVY) (arızaların sebep olduğu maliyeti ve süreyi azaltır ve gelişmiş analitik cihazlar ile IoT’yi kullanır) ve mobil KYV (kamera ve sensör gibi cihazların sunduğu verilerle işçi güvenliği, teknisyen üretkenliği, sorunları görüp kesintiye zamansal olarak azaltmayı, yeni çalışanlara eğitim sağlamayı içerir) gibi birçok özelliğin (IBM Maximo, 2023) sağlandığı IBM Maximo yazılımını sunan IBM şirketinin web sitesinde yer almış ve kavram ile ilgili “...veri depolama ve paylaşmayı sağlayan sensörler ile yazılımların gömülü olduğu cihazlar, araçlar, makineler ve birçok nesnelerin oluşturduğu ağ” gibi ifadeler kullanılmıştır (Teicher, 2017). Farklı bir çalışmada Jacob Morgan (2014) tarafından IoT, “on/off butonunun bulunduğu tüm cihazların birbirilerine ve internete bağlanma özelliğine

sahip olduğu ve söz konusu birbirine bağılı tüm bu cihazların bir arada sunulduğu geniş bir ağı” olarak ifade edilirken diğeri bir çalışmada söz konusu kavram “...nesnelerin sensörler aracılığıyla veri erişiminin ve uzaktan kontrollerinin sağlandığı görülmekte ve IoT’nin temelini akıllı nesnenin oluşturduğu anlaşılmaktadır” şeklinde tanımlanmaktadır (Kopetz & Steiner, 2022, s. 1).

Kullanıcı-nesne ile nesne-nesne iletişiminin sağlandığı ve “herkes için bağlantı yerine her şey için bağlantı”nın sunulduğu IoT’nin gelişim sürecine değinmeden önce söz konusu kavramda bulunan “internet” kelimesinin açıklanmasında fayda vardır (Tan & Wang, 2010, s. 1). Ağ yolu ile etkileşimlerin olasılığına ışık tutan Amerikalı psikolog ve “Defense Advanced Research Projects Agency” (DARPA)’nin başkanı Joseph Carl Robnett Licklider’in “Galaktik Ağ” (her kullanıcının istediğı tüm verilere dilediğı yerden erişme imkanını ifade eder) kavramını tartıştığı 1962 yılına ait olan bir dizi notun (MIT’de tartışmaya açılmış) bulunduğu görülmektedir (Moens, vd., 2014, s. 1; Cohen-Almagor, 2013, s. 4). Söz konusu kavram 1969 yılında birçok bağımsız ağıın yer aldığı internet ve paket-anahtarlama ağı (Amerika’da askeri araştırma projelerinin yürütülebilmesi amacıyla Savunma Bakanlığı tarafından tasarlanmıştır) olarak ifade edilen (İTÜBİDB, 2013) Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET)’e dönüşmüştür (Leiner, vd., 1997, s. 2). 1981 yılına gelindiğinde ABD Ulusal Bilim Vakfı (NFS) tarafından finanse edilen Computer Science Network (CSNET) ARPANET’e bağlanamayan üniversite bölümlerine ağı ulaştırma amacı ile kurulmuş dolayısıyla söz konusu “internet” (ARPANET) insanların kullanımına açılmış ve böylece günlük hayatı tamamıyla değiştiren yeni bir internet çağının başladığı görülmüştür (Denning, 1990, s. 12). Söz konusu dönemde kullanımı sağlanan radyo, video oyunları ve ilk ev bilgisayarları gibi birçok cihazın günümüz için ilkel sayılabileceğı düşünülse de aksine AI, Makine Öğrenmesi, IoT vb. birden fazla kavramın/teknolojinin ortaya çıkmasında kilit rol üstlendiğı ifade edilebilir. Bu kapsamda “internetin” dönüşüm gerçekleştirdiğı teknoloji dünyasında IoT gibi bir kavramın da gelişim gösterdiği söylenebilirken söz konusu kavramın ortaya çıkış serüveni aşağıdaki gibidir:

- 1982 yılında Carnegie Mellon Üniversitesi’nde Bilgisayar Bilimi Bölümü öğrencisi David Nichols ve birkaç arkadaşı tarafından yönetim kurulundan geçen hattın ARPANET’in bulunduğu ağ geçidine gittiğı görülüp söz konusu ağ için ışık sensörlerinin de dahil olduğu bir program yazılarak internetin ilk ortaya çıktığı dönemlerde bilinen ve ilk IoT cihazı olma özelliğini taşıyan internete bağılı kola makinesi ortaya çıkmıştır (Teicher, 2017).

- 1984 yılında ev ortamına ihtiyaç duyulan teknolojilerin eklenmesini teşvik etmek amacıyla National Association of House Builders tarafından “Smart Home” terimi ilk kez resmi olarak kullanılmıştır (Solaimani, vd., 2015, s. 2; Omer, 2016, s. 2).
- 1990 yılında (1989 yılında Dan Lynch, makinenin internete bağlanabilirliği gibi bir durum söz konusu olursa söz konusu makinenin INTEROP konferansında büyük bir değer göreceğini ifade etmiştir) John Romkey ve Simon Hackett tarafından internetli ekmek kızartma makinesi (açma/kapama kontrolleri otomatik olarak sağlanabilmektedir) piyasaya sürülmüş ve söz konusu makinenin SNMP MIB veri tabanını ve TCP/IP ağının bağlı olduğu bir bilgisayarı kullandığı görülmüştür (Keertikumar, vd., 2015, s. 1; Rosemann, 2014, s. 5).
- Cambridge Üniversitesi araştırmacıları tarafından 1991 yılında internete bağlı kahve makinesi yapılmış söz konusu makineye bir webcam yerleştirilmesi sonucu içindeki sıvı seviyesi incelenmiştir (Hopalı & Vayvay, 2018, s. 1).
- 1994 yılında profesyonel mühendis (Ontario Profesyonel Mühendisleri tarafından lisanslanmıştır) Steve Mann’ın “WearCam” adlı giyilebilir kamerayı halkın sunumuna açmasıyla giyilebilir teknolojinin öncülerinden biri olarak kabul edildiği söylenebilir (Wearcam, 1998).
- LG şirketi 2000 yılında dünyada ilk internete bağlı buzdolabını (Internet Digital DIOS veya R-S73CT olarak da bilinir) piyasaya sürmüş fakat maliyetinin yüksek olması ve tüketiciler tarafından gereksiz olarak görülmesi sebebiyle üretiminin başarısız olduğu bildirilmiştir (Hollier & Abou-Zahra, 2018, s. 1).
- 2003 yılında Boston Globe, The Guardian ve Scientific American vb. birçok yayında IoT kavramının yer aldığı görülmektedir (Kuyoro, vd., 2015, s. 2).
- Birleşmiş Milletler’in kuruluşu International Telecommunication Union 2005 yılında düzenlediği “ITU Internet Raporları” adlı serinin yedincisi olan “The Internet of Things” başlıklı raporunu Dünya Toplumu Zirvesi’nde sunulmak üzere özel olarak hazırlamıştır (ITU, 2005).
- 2008 yılında National Intelligence Council tarafından hazırlanan konferans raporunda, 2025 yılına kadar Amerika’nın çıkarlarına bağlı olası etkilere sahip altı teknoloji (Biyogeronteknoloji, Temiz Kömür Teknolojileri ve Servis Robotları vb.) listelenmiş ve IoT’nin de söz konusu listede olduğu görülmüştür (SRI INTERNATIONAL MENLO PARK CA, 2008, S. 4).

İnternet öncesi dönemi “İnsandan İnsana” etkileşiminin sabit/mobil telefonlar ve SMS’ler aracılığıyla sağlandığı, Internet of Things dönemine gelindiğinde ise söz konusu etkileşimin “Makineden Makineye” olacak şekilde bir dönüşüm geçirmesi ile tanımlamanın, görüntülemenin, ölçümün, anlamsal olarak yapılandırılmış ve paylaşılmış verilerin vb. birçok özelliğın insan hayatına girdiğı görölmüştür (Dash, vd., 2018, s. 1). Bu kapsamda IoT; tüm cihazların/nesnelerin birbirleriyle **bağlantısını** ve verilerin söz konusu kavramın temel unsuru olan sensörlerin bulunduğu nesnelerden **toplanmasını** sağlayan, bu özelliğı ile dünyanın gerçek zamanlı anlık bir **görüntüsüne** ulaşma ve birçok alanda zaman, enerji ve maliyet **tasarrufu** sunan bir teknolojiyi ifade etmektedir (The Economist Intelligence Unit, 2020, s. 8). Böylesine kapsamlı denebilecek bir teknolojiyi oluşturan bazı unsurların bulunduğu söylenebilir. Bu bağlamda IoT için, akıllı tv, telefon, gözlük, e-öğrenme, GPS takibi, araç hız kontrolü, nem, sıcaklık, hareket vb. sensörler, akıllı robot kontrolü, RFID, yemek kalitesi ve güvenliğı kontrolü vb. birçok teknoloji ve uygulamanın bulunduğunu söylemek mümkündür (Salazar & Silvestre, 2017, s. 17).

1.6.8. 5G/6G

IoT’nin tanımında “Sensörler ve çeşitli yazılımlar aracılığıyla birden fazla nesnenin birbirine bağlanmasını sağlayan geniş bir ağı” ifadelerinin yer aldığı görölmektedir (Nguyen, vd., 2017, s. 2). Teknolojinin gelişmesi ile nesnelerin çoğalması sonucu söz konusu ağı kapasitesinin de yüksek olmasının IoT’nin ve daha birçok teknolojinin (AI, Makine Öğrenmesi vb.) gelişmesi için bir ihtiyaç haline dönüştüğü ifade edilebilir. Söz konusu teknolojilerin büyümesi ve devamlılığı için gerek duydukları “hücresele ağı” (baz istasyonlarının bir araya gelmesiyle oluşan ağı sistemi) kavramı ortaya çıkmış (Shukla, vd., 2013, s. 57) ve “yeni nesil ağı teknolojileri”nin (1G, 2G, 3G, 4G, 5G ve 6G) gelişim göstermeye devam ettiğı görölmüştür (Gawas, 2015, s. 1). Bu bağlamda uzaktan daha fazla iletişim kurmak isteyen kullanıcı sayısı ile ağı yapısının ilerlemesi (Khiadani, 2021, s. 2) gibi sebeplerin bir sonucu olarak görölebilecek yeni nesil ağı teknolojilerinin gelişim süreçleri aşağıda verilmiştir:

- 1979 yılı- 1G (Birinci Nesil) NTT (Nippon Telegraph and Telephone) tarafından Japonya’nın Tokyo kentinde kullanıma sunulmuş ve 1983 yılında ABD söz konusu ilk nesli Ameritech tarafından tanımıştır. 2.4Kbps hızına sahip analog sinyal

sistemini kullanan ilk hücresel ağ nesli olarak adlandırılmaktadır. Aynı yıllarda Motorola tarafından ilk cep telefonu “DynaTAC”ın halkın kullanımına sunulduğu görülmüştür. Söz konusu telefonun 30 dakikalık görüşme ve 10 saatlik bir şarj etme süresine sahip olduğu ifade edilirken kapsama alanının çok dar olması, ses kalitelerinde düşüklük ve şifreleme sisteminin olmaması vb. birçok sorun 1G’nin sonu olmuş ve gelecek neslin (2G) sebebi haline dönüşmüştür (Galazzo, 2022).

- 1991 yılı- GSM (Global System for Mobile Communications)’de Finlandiya’da kullanıma açılan 2G (İkinci Nesil)’nin önemli özelliklerinden biri 1G’de yaşanan şifreleme sorunlarına bir yenilik getirerek aramaların şifreli olmasını sağlamış, dolayısıyla aramaya iki kişiden başkasının dahil olması engellenmiştir. Bununla birlikte ses kalitesinde bazı gelişmeler yaşanmış ve arama esnasında oluşan kesilmeler onarılmıştır. Verilerin telefonlar arası aktarımının sağlanması ile SMS ve e-mail servislerinin kullanıldığı ilk nesil ağ teknolojisi olarak tanıtılan 2G dönemi Nokia 3210 gibi popüler cep telefonuna tanıklık etmiştir. 1G’den daha hızlı indirme sağlayan ve iletim hızının 64 Kbps olması ile 2G teknolojisinin sağlandığı telefonlarda konuşma ve mesajlaşmanın artması buna bağlı olarak da alım sayısının yükselmesi ile kullanıcıların verilere duyduğu ihtiyaç büyüme göstermiştir (Gawas, 2015, s. 1).
- 2001 yılı- 3G (Üçüncü Nesil) Japonya’da NTT DoCoMo tarafından halkın kullanımına açılmıştır. 384 Kbps hızına sahip 3G bu bağlamda 1G’nin yaklaşık 150 katına, 2G’nin ise yaklaşık 40 katı büyüklüğüne sahiptir. Görüntülü aramanın ve video konferanslarının (Skype vb.) yapılabildiği ilk nesil olma özelliğine sahip 3G’nin yüksek indirme hızı ve söz konusu dönemde devrim niteliği taşıyan “web browsing”i (temel HTML sayfaları) içerdiği görülmektedir. Söz konusu neslin sağlandığı telefonlar arasında o dönemde birbirlerine rakip olan Blackberry ve Apple şirketlerinin halkın kullanımına sundukları “BlackBerry 5810” ve “iPhone 2” bulunmaktadır. Verinin hızlanmasına ve sunulan ağ özelliklerinin genişletilmesine olan talep ile akıllı telefonlar popülerleşmiş ve sonucunda gelişmiş 4G teknolojisi ortaya çıkmıştır (Ghayas, 2020).
- 2009 yılı- Daha önceki nesillerin iletim hızlarının çok daha üstünde bir hız sağlayan 4G (100Mbps), Norveç’te halka sunulan ve şu anda global anlamda aktif şekilde kullanılan bir ağ neslini ifade etmektedir. Video akışının yüksek kalitede olduğu, online oyunların sunulduğu, mobilden web erişimlerinin hızlı bir şekilde

gerçekleştirdiği görülmüştür. O dönemlerde paket anahtarlamasının da kullanıldığı söz konusu nesli destekleyen “iPhone 6” ve “Samsung Galaxy S4” satışlarının yüksek miktarlarda olduğu anlaşılmaktadır. Veri aktarma hızının limitine ulaştığı düşünülen 4G’nin teknolojinin gelişmesi ile birlikte yeni bir neslin daha ortaya çıkmasına zemin hazırladığı ifade edilebilir (Soy, vd., 2012, s. 6).

- 2019 yılı- Yaklaşık her on yılda bir yeni neslin kullanıma açıldığı görülmektedir. Bu kapsamda 5G’nin ortaya çıkış serüveninin Çin, Japonya ve Güney Kore (SK Telecom, KT ve LG Uplus tarafından kullanıma sunuldu) gibi ülkelerde olduğu görülmektedir (Demirci & Ermis, 2021, s. 2; Mutlu & Kurnaz, 2022, s. 2). 10 Gbps’den daha fazla iletim hızını destekleyen 5G bant genişliği ile veri hızının yüksek olduğu, dolayısıyla IoT nesnelerinin sorunsuz bağlantıyı kurmalarını sağladığı yeni nesil ağı ifade etmektedir. Kapsama alanının yüksek olması da kullanıcı deneyimi artışının devamlı olmasını sağlamaktadır. 5G ağının devre ve paket anahtarlamalarına sahip olması daha güvenli iletişim ağına sahip olduğunun bir göstergesi şeklinde ifade edilebilir. 5G ağını Yapay Zekâ, IoT, Makine Öğrenmesi ve AR vb. birçok teknolojinin kullandığı görülmüştür (Özduman, vd., 2020, s. 4).
- 2030 yılı- 6G (Altıncı Nesil) ağ teknolojisinin ortaya çıkışıyla 5G’nin sağladığı ağa entegre edileceği ifade edilmektedir. Bir çalışmada, söz konusu neslin, gelecekte daha fazla kapsama alanına, 11Gbps’lik bir iletim hızına ve Global Uydu Ağları adı verilen standarda sahip olacağı öngörülmektedir (Akkurt, 2021, s. 4).

1.6.9. Haptik Teknolojisi

“Sega Fonz” (titreşim geribildirim özelliği sunan yarış kabineti), “Earthshaker!” (titreşim geribildiriminin bulunduğu pinball makinesi), “Rumble Pak” ve “DualShock” (titreşimli oyun konsolları) gibi birçok teknoloji 1970-1990 yılları arasında ortaya çıkmış, böylece söz konusu yıllarda haptik teknolojinin hüküm sürdüğü görülmüştür (Teicher, 2017). Haptik kavramı Yunancada “dokunma duyusuyla ilgili, dokunsal” anlamı taşıyan “haptikos” kelimesinden türetilmiştir (Karal & Reisoğlu, 2010, s. 3). Haptik, kullanıcıların sanal dünyadaki nesneleri birçok duyum yolu ile algılamalarını (duyusal sinirler ile beyin arasında kurulan bağlantılarla) ve söz konusu nesneleri manipüle etmelerini sağlayan teknolojiyi ifade etmektedir (Sreelakshmi & Subash, 2017, s. 1; Abirami, vd., 2018, s. 1).

Cilt alanının düz temas yoluyla uyarılmasını sağlayan ve titreşim başta olmak üzere basınç, sertlik/yumuşaklık ve sıcaklık gibi birçok hissi içeren “dokunsal (Tactile) arayüz” ve uygulanan güç hakkında bilgi veren, hızlar, durumlar ve kuvvetleri bünyesinde barındıran ve tüm bunları algılamada aracı rolü üstlenen tendon ile kaslar üzerinden sağlayan “kinestetik arayüz”ün oluşturduğu haptik (Fleury, vd., 2020, s. 2), sensörler, API (Uygulama Programlama Arayüzü), motor kontrol devresi, titreşim sağlayan ve/veya kuvvet uygulayan motor ya da motorlar vb. birden fazla teknolojiyi içermektedir (Jyothi & Krishnaiah, 2013, s. 2). Kullanıcıların bir döneme kadar sanal ortamlarda bulunan nesnelerle yalnızca görerek etkileşime girdikleri söylenebilirken, söz konusu dönemin ardından (haptik sisteminin hayata girdiği dönem) dokunsal geribildirimlerle ulaşılması zor denecek nesnelerin hissedilmesine olanak tanındığı ifade edilebilir (Konuseven, vd., 2008, s. 8). Söz konusu tüm teknoloji ve olanakların sağlanmasına ışık tutan haptik kapsamlı bir kavramdır, dolayısıyla söz konusu kavramın ilgili olduğu önemli sayılabilecek birçok kavrama da ulaşmak mümkündür. Bu kapsamda haptik; kutanöz (deri ile ilgili basınç, acı ve sıcaklık hisleri), dokunsal iletişim (“insandan makineye” iletişimin dokunma aracılığıyla gerçekleşmesi durumu), haptik cihaz (aktüatör (eyleyici) ve sensörlerin tek başına veya birlikte bulunduğu mekanizma), haptik arayüz (bilgisayardan verinin fiziksel his olarak alındığı ve insan/makine etkileşimini sağlayan yazılım tabanlı bilgisayar kontrol sistemleri), haptik işleme (dokunma kuvvetinin hesaplanma işlemi) ve haptik algılama (nesne fonksiyonlarının dokunma yolu ile gözlemlenmesi süreci) vb. birçok kavramla birlikte hareket eden bir sistemdir (Yadav & Krishnaiah, 2013, s. 3).

Haptik teknolojisinin, askeri (VR alanda eğitimleri gerçekleştirir ve bombaların etkisiz hale gelmesini sağlar), uzay bilimi (uzay aracı ekipmanları tamir edilir), sağlık (tıp uygulamalarında uzaktan ameliyatların ve sanal eğitimlerin sağlanması), eğitim (kimya, fizik, mühendislik ve aritmetik gibi bölümlerde VR ile birlikte eğitimlerin ve uzaktan deneylerin gerçekleştirilmesi) ve oyun (video oyunlarında gerçekçiliğin daha üst seviyeye çıkarılması) gibi birçok alanda kullanıldığı görülmüştür (Pandav, 2022,

s. 3). Söz konusu alanlarda kullanılması haptik teknolojisinin önemli ölçüde işlem gücü ve özel donanım gerektirdiği konusunda fikir verdiği söylenebilir; bu nedenle karmaşık bir yapıda olması ve kullanımının yüksek maliyet gerektirmesi dezavantajlarını oluşturmaktadır (Jyothi & Krishnaiah, 2013, s. 4).

1.6.10. Dijital İkiz (Digital Twin)

Dijital İkiz fikri, 1970 yılında, Apollo-13 mürettebatının sorunsuz bir şekilde dünyaya tekrar dönebilmelerini sağlamak amacıyla söz konusu mürettebattan elde edilen veriler ile oluşabilecek her türlü sorunu analiz edebilmek için “Apollo-13 Servis Modülü”nün ikizi olacak şekilde birden fazla simülatör tasarlayan ve bu sayede çözüme ulaşan NASA ekibi tarafından sunulmuştur (Li, vd., 2021, s. 5). 2002 yılında Michigan Üniversitesi’nde PLM (Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi) adlı derste üç bileşenli model (gerçek alandaki nesneler, sanal alandaki nesneler ve gerçek ile sanal alandaki nesnelerin etkileşimde bulunduğu verilerden oluşur) ile açıklaması yapılan Dijital İkiz kavramı Michael Grieves tarafından literatüre kazandırılmıştır (Agnusdei, vd., 2021, s. 2; Singh, vd., 2021, s. 2). Söz konusu kavramın ilk tanımı 2010 yılında “Draft Modeling, Simulation, Information” adlı teknoloji yol haritasını sunan rapor aracılığıyla NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından yapılmış, söz konusu raporda kavram “sahip olunan fiziksel modelleri, filo geçmişi ve sensör yenilemelerini vb. içererek gerçek ikizinin (araç, sistem vb.) olası bir simülasyonudur. Dijital İkiz gerçekliği yansıtır...” şeklinde tanımlanmıştır (Shafto, vd., 2010, s. 22).

Dijital İkiz, dijital ikiz prototipi (üretim ve imalatın gerçekleşmesi ile ilgili fiziksel ikiz aracılığıyla tüm verilerin ve işlevlerin toplandığı ve saklandığı alan), performans dijital ikizi (gerçek alandaki nesnelerin tahmin edilemediği durumlarda söz konusu nesneden toplanan ve saklanan verilerin işlenmesi, gözlemlenmesi, analiz edilmesi vb.) ve dijital ikiz örneği (fiziksel nesneyi yaşam boyunca simgeleyen sanal alandaki dijital ikiz tipi) adını alan üç farklı türden oluşmaktadır (Botín-Sanabria, vd., 2022, s. 5). Verilerin toplanması, saklanması ve analiz edilerek işlenmesi, gerçek alanda bulunan nesnenin dijital modelinin tasarlanması gibi birçok uygulamanın gelişmesi için Dijital İkiz’in kullandığı birkaç teknolojinin bulunduğu söylenebilir. Bu kapsamda söz konusu teknolojiler arasında, her alanda rahatça erişilen verilerin kaydedilmesini sağlayan Bulut sistemi, gerçek alandaki nesnelere sanal alanda konumlandırmak üzere temsillerinin sunulduğu XR, analiz edilen veriler üzerinde görüşlerin belirtildiği ve tahminlerde bulunulduğu Yapay Zeka, sensörler aracılığıyla devamlı veri iletiminin gerçekleştiği IoT vb. bulunmaktadır (Attaran & Çelik, 2023, s. 2). Dijital İkiz, tarım ve çiftçilik, madencilik, inşaat, havacılık ve uzay, imalat, sağlık ve perakende gibi birçok kullanım

alanına sahiptir. Bu bağlamda Los Angeles Ulaştırma Bakanlığı tarafından tüm ilin ulaşım altyapısının (bisiklet ve e-scooter ağından başlayarak) modellenmesi, insan beyni üzerinde çalışmalar gerçekleştiren Neurotwin projesi kapsamında özellikle de epilepsi ve alzheimer gibi nörolojik sorunların tedavi tahminlerinin aktarıldığı tasarımların oluşturulması, Şangay Kentsel Operasyonlar ve Yönetim Merkezi tarafından gerçekleştirilen yaklaşık 100.000 nesnenin modellendiği şehrin dijital ikizinin inşası, Tesla araçlarına yerleştirilen sensörler aracılığıyla tüm söz konusu araçların dijital temsillerinin oluşturulması ve oluşacak arızaları tahminleme yoluyla çözümünün sağlanması, Los Angeles Sofi Stadyumu'nun yaklaşık 300 dönümlük arazisi ile birlikte dijital ikizinin oluşturulması gibi birçok örneğin bulunduğu görülmektedir (Marr, 2022). Buna ek olarak Türkiye'de de 2017 yılında tamamlanan "Kentsel Yerleşim ve Gelişme Alanlarında 3 Boyutlu Topoğrafya ve Bina Modeli Oluşturma" projesi Çevre ve Şehircilik Bakanı Murat Kurum tarafından duyurulmuş ve proje kapsamında havadan alınan fotoğrafların oluşturduğu verilerle 81 ilin dijital ikizinin modellendiği görülmüş, bu sayede imar barışına karşı gelen yapıların saptanması ve muhtemel afet simülasyonları yardımıyla gerekli önlemlerin alınarak çözüme ulaşılmasının sağlandığı anlaşılmıştır (Boztepe, 2019). Bu kapsamda Dijital ikiz'in, gerçek alandaki nesneden daha güvenli ve erişilebilirliğin daha kolay olduğu bir alan sunma, nesneyi yeniden modelleme, problem tahminini yapma ve eğitimi kolaylaştırmanın aksine (Singh, 2021, s. 6); iletişim ağında ortaya çıkan bazı sorunlar, güvenlik ve gizliliğin de içinde bulunduğu veri kaynaklı problemler, sensörlerin çoğalması ile birlikte çok daha yüksek olan maliyetler ve uygulamaya dönük yapılan çalışmaların/araştırmaların eksikliği vb. birçok dezavantajının olduğu görülmektedir (Botín-Sanabria, vd., 2022, s. 20).

1.6.11. Avatar

Geçmişten günümüze yaşamış ve yaşamını sürdüren bazı bireylerin birbirleri ile sosyal etkileşimlerinin veya kendini ifade etme biçimlerinin kişiden kişiye ve/veya ortamdaki ortama değişkenlik gösterdiği ifade edilebilir. MSN ile başlayan ve Metaverse oluşumuna kadar devam eden bu süreç, bireylerin kendilerini daha rahat ifade ettikleri bir ortama dönüşmüş ve söz konusu etkileşimi, kendilerini temsil eden "nickname" adı altında gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu kapsamda sosyal medyalarda (Facebook, Whatsapp, Instagram) kişisel verilerin alınmasıyla her bireyin zaten sahip olduğu veya

olmak istediği özellikleri yansıtan sanal kişiliklerinin bulunması yönünde çalışmalar yapılmış ve günümüzde kullanılan avatar terimi ortaya çıkmıştır (Kahraman, 2022, s. 2). Avatar kavramı sadece sosyal etkileşimlerin kurulması amacıyla sosyal medyada değil, Metaverse platformlarının birçoğunda ve hatta din/inanç olgusunda da yer edinmiştir. Söz konusu kavramın kökeni M.Ö. 400’lerde yazılmış antik Hint eseri “RigVedaSamhita”ya dayanmakta ve Sanskritçe’de aşağı anlamına gelen “ava” ile iniş ifade eden “tar” köklerinden türediğı görölmektedir (Jones, 2017, s. 2; Kurt & Toy, 2023, s. 3). Bu bağlamda Hinduizm inanç kültüründe avatar, “...bir tanrının (özellikle de Vishnu’nun) enkarnasyonu ya da insan görüntüsüne geçişi” olarak tanımlanmaktadır (Britt, 2008). Aynı kavramın Cambridge Dictionary (2023)’de “çevrimiçi oyunlar, sohbet odaları vb. alanlarda bulunan kullanıcıların ekran içinde hareket edebildikleri görüntülerinin bir temsili” şeklinde ifade edildiğı görölmektedir. Bu kapsamda avatar kavramı için Hinduizm dininde belirtilen anlamı ile Cambridge Dictionary gibi diğ er birçok sözlükte yazılmış ifadeleri yansıtan ve konu alan birden fazla oyun ve filmin olduğı anlaşılmaktadır.



OYUN	FİLM
1973-Maze Wars+	
1979-Avatar	
	1982-Tron
1985-Ultima IV: Quest of the Avatar	
1987- Habitat	
	1990- Total Recall
	1992- The Lawnmower Man
2003- Second Life	
2008- Roblox	
	2009- Avatar
	2017- Kiss me first
2018- Ready Player One	2018- Ready Player One

Şekil 4. Avatar Konulu Film/Oyun Zaman Çizelgesi (de Kerckhove, 2010, s. 3)

Şekil 4’te 7 oyun ve 6 film örneğinin zaman çizelgesi verilmiştir. Bu kapsamda kullanıcıların labirent içinde rakibi vurduğu, birinci şahıs olmasından dolayı oyun içerisinde doğrudan kontrolün sağlandığı Maze War oyunu 1973 yılında NASA’da geliştirilmiş aynı zamanda “avatarın ilk örneği” olarak adlandırılmıştır (DigiBarn, 2024). 1970’lerin sonuna gelindiğinde ise “Avatar” adını alan, girişte “canavarlara” cinsiyet, ırk, yetenek, silah vb. özelliklerin seçildiği çok oyunculu oyunun Illinois Üniversitesi’nde geliştirildiği görülmüştür (Shapira & Maggs, 2010). 1985 yılında halka sunulan Ultima IV: Quest of the Avatar oyununda, kullanıcıya sunulan bir tarot falındaki erdemlerle ilgili soruların cevaplanarak oynanacak karakterin (avatarın) belirlendiği anlaşılmıştır (Maher, 2014). Habitat adı verilen oyun ise tamamen avatarlar üzerine kurulmuş ve bilgisayar ekranında dolaşırken farklı avatarlarla da sohbet edilebilen, söz konusu avatarların vücut bölümleri ile kıyafetlerinin değiştirilebildiği basit sanal bir alan haline dönüşmüştür. Bu dönüşüm ile şu anki Horizon Worlds, Sandbox, Zepeto gibi platformların temelini oluşturulduğu ifade edilebilir. Bu kapsamda 2003 yılında Second Life ile 2008 yılında Roblox platformlarının geliştirildiği, söz konusu platformlarda kullanıcıların avatarlarını istedikleri gibi herhangi bir sınır olmadan düzenleyebildikleri ve diğer kullanıcılarla etkileşime girebildikleri görülmüştür.

Video oyunları ve oyun platformlarında avatarların kullanım alanına verilebilecek birçok örneğe ulaşmak mümkündür. Söz konusu örneklerin film, roman vb. alanlarda da olduğu görülmektedir. Bu bağlamda yönetmenliğini Steven Lisberger’in yaptığı 1982 yapımı Tron filminde bilgisayar ağının içine çekilen baş karakterin söz konusu alandan kurtulma çabaları anlatılırken, 2017 yapımı Kiss Me First filminde baş karakterin sanal gerçeklik başlığını ve haptik teknolojilerini giyerek bir sanal alana girmesiyle başlaması söz konusu alana bağımlılık geliştiren başrolün bir süreden sonra sanal alanda yaşadığı olayları gerçekten hissedebildiği bir sürece evrilmesi gösterilmektedir (de Kerckhove, 2010, s. 3; Netflix, 2017).

Metaverse sistemi XR, AI, 5G/6G, Dijital İkiz, Blokzincir, IoT, Haptik, Avatar vb. birçok farklı teknolojinin bir arada bulunduğu oluşumu ifade etmektedir. Söz konusu sistemde etkileşime giren ve deneyim yaşayan kullanıcıların merkezde olduğu söylenebilir. Bu bağlamda Metaverse ortamında kullanıcılar avatarlar aracılığıyla kendilerini ifade ederken, söz konusu avatarların jestleri, mimikleri ve görünüşlerinin kullanıcıları etkilediği görülmüştür (Lam, vd., 2022, s. 2). Kullanıcıların aynı zamanda gerçek alanda deneyimleyemedikleri her duruma (Yanardağın eteklerinde ve ayda

yürümek, okyanusun derinlerine dalmak, Madagaskar’da vahşi hayvanları yakından görmek vb.) XR (AR, VR, MR) teknolojisi ile ulaşabilecekleri anlaşılmıştır (Plechata, vd., 2022, s. 1). Metaverse sisteminin kullanıcı merkezli olduğu ve pastadan büyük bir pay aldığı düşünülse de söz konusu sistemin geliştiricilerinin de bir o kadar pay sahibi olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda Metaverse özelinde geliştiricileri tarafından Dijital İkizinin oluşturulması ve IoT, Blockchain (güvenlik problemlerinin çözümü) gibi teknolojilerin kullanımı ile olası arızaların önüne geçilmesi sağlanmıştır (Far & Rad, 2022, s. 1). İnternet olmadan Metaverse’ten söz etmenin bir anlamı olmayacaktır. Bu kapsamda birçok şirkette olduğu gibi Metaverse geliştiricilerinin ve şirketlerinin altyapıyı güçlendirirken 5G/6G ağlarını kullandıkları görülmektedir (Mozumder, vd., 2022, s. 1).

1.7. Metaverse’ün Kullanım Alanları

Metaverse teriminin Covid-19 pandemisi sürecinde bireylerin sosyal yaşama duyduğu özlem ve Facebook, Naver Z, Microsoft vb. birçok şirketin söz konusu kavrama yatırım yapmaları gibi sebeplerle popülerlik kazandığı söylenebilir. Appinventiv’in anketine göre Metaverse’e yatırım yapan kuruluşların %17’sinin bilgisayar ve bilişim teknolojisi alanında, %5-12 arasının ise sağlık, eğitim, pazarlama, finans ve ulaşım gibi sektörlerde olduğu görülmektedir (Srivastava, 2023). Bu bağlamda Metaverse sisteminin sunduğu çeşitli teknolojiler ile eğitim, sağlık, ulaşım, finans, oyun gibi birçok alanda hizmet veren kuruluşların söz konusu sistemi çeşitli bölümlerde amacına uygun bir şekilde kullandıkları söylenebilir.

Metaverse, fırsat eşitsizliğinin önüne geçerek hastaların sağlık personelleri ile etkileşimde bulunmalarını sağlamakta ve içerisinde bulundurduğu XR teknolojisi ile tıp öğrencilerinin simülasyonlarla öğrenme imkanını elde etmelerine yardımcı olmaktadır. Sağlık alanındaki söz konusu olanaklar üzerinde yapılmış çalışmalara ek diğer birçok örneğe ulaşmak mümkündür. Bu kapsamda Metaverse’ün sağlık alanındaki çalışmalarına, 1996 yılında Prof. Dr. Brenda K. Wiederhold liderliğinde uçma fobisi için ilk VR projesini ortaya koyan ve çeşitli fobiler ile panik bozukluğunu dahil eden kaygı bozuklukları, travma sonrası stres bozukluğu ve ağrı yönetiminde VR teknolojisini kullanan “Sanal Gerçeklik Tıp Merkezi” (Wiederhold, 2022, s. 1), VR ve AR tabanlı teknolojilerin yardımıyla yapışık ikizleri ayırma operasyonunu başarıyla tamamlayan

cerrahlar ve söz konusu cerrahların eğitimde hasta vücudunu tarayarak 3 boyutlu bir nesne haline getiren Enhatch projesini kullanmaları (McCallum, 2022), teletıp aracılığıyla iş terapisi, acı yönetimi, stres yönetimi ve Covid sonrası rehabilitasyon gibi çeşitli rahatsızlıkların VR başlığı ile sanal ortamlarda tedavilerini sağlayan XRHealth adlı sanal klinik ve araştırmacıların beyin haritalama çalışmalarında verilerin görselleştirilmesi ve analizi için Metaverse'ten faydalandığı Sanal Beyin Projesi (XRHealth, 2023) örnek olarak verilebilir.

Özellikle de Covid-19 salgınının bir sonucu olarak bireylerin stresten kurtulmak amacıyla küresel seyahate çıkmak istemelerinin ardından fiziksel alanda bizzat görmenin mümkün olmadığı birçok yere Metaverse ile erişebilme imkanının olduğu, bunun sonucunda ise sanal turizm olgusunun ortaya çıktığı görülmüştür. Bu bağlamda turistik birçok yerin sanal rehberler aracılığıyla görülmesi, Thomas Cook'un şehir dışı veya ülke dışına çıkacak turistlere "Uçmadan Önce Deneyin" (gidilecek yerlerin VR simülasyonu ile görselleştirilmesi) adlı bir VR rehberi sunması (Kadry, 2022, s. 8), Zepeto World uygulamasının bireyleri temsil eden avatarları ile Kore'nin turistik yerlerini ziyaret ederken diğer avatarlarla etkileşime girebilme, alışveriş yapabilme ve çeşitli gösterileri izleyebilme gibi fırsatları içermesi (Constantin, vd., 2023) vb. birçok örnek turizm endüstrisinin Metaverse'den faydalandığı projeler arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de yaşanan deprem felaketleri ve daha öncesinde ortaya çıkan Covid-19 pandemisi ile eğitim sektörünün büyük bir sekteye uğradığı görülmüştür. Eğitim özelinde söz konusu süreçlerden başarıyla geçebilmek için dünya genelinde yeni bir eğitim modeline (uzaktan eğitime) geçilmiş ve öğrenci/öğretmen etkileşimlerinde bazı sınırlamalarla karşılaşmıştır. Ancak Metaverse'ün bireylerin öğrenme biçimlerini değiştirme potansiyeline sahip olması söz konusu sınırlamaların ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda Metaverse'ün eğitimde kullanımı ile ilgili, Microsoft Hololens aracılığıyla öğretim personeli ve öğrencilerin avatarları ile etkileşime girebilecekleri Mesh adlı XR platformu (Microsoft, 2024), dünya üzerinde birçok ülkeden öğrencinin dil konusunda bir sınırlama olmadan birlikte eğitim alma fırsatına sahip olması, New York şehrinde bir okulda öğrencilerin astronomi dersini sanal alanda simüle edilmiş bir uzay gemisinde almaları gibi birçok örneğe ve daha fazlasına ulaşmak mümkündür (Srivastava, 2023).

Metaverse bağlamında eğlence sektörünün kuşkusuz en yaygın uygulama alanlarından biri haline dönüştüğü ifade edilebilir. Kullanıcıların sürükleyici bir deneyim yaşamasını sağlayarak potansiyelini ortaya koyan ve söz konusu sektör içinde birçok alanda (spor etkinlikleri, tema parkları, sanal konserler, sinema deneyimi vb.) kullanımının mevcut olduğu Metaverse, söz konusu alanlarla bireylerin eğlenme şekillerinde bazı değişiklikleri gündeme getirmiştir. Lil Nas X, Ariana Grande, BTS, Travis Scott ve Justin Bieber gibi birçok sanatçı konserlerini çeşitli Metaverse platformlarında düzenlenen festivallerde (Roblox, Fortnite, Decentraland vb.) sergilerken (Lee, 2022, s. 5) birçoğunda fiziksel alanda bir arada bulunamayacak kadar (33-45 milyonu aşan) büyük bir katılımın olduğu görülmektedir (Çelik, 2023, s. 9; Van Rijmenam, 2022, s. 16). Bireylerin söz konusu konserleri en önden izleme, avatarlarını diledikleri şekilde giydirme, birçok ülkeden katılım gösteren diğer bireylerle etkileşimde bulunma, beğendikleri sanatçıların yanında yer alarak deneyimlerini ekran görüntüsü halinde arkadaşlarıyla paylaşma ve tüm bunları yüksek ücretler ile mekansal sınırlamalara maruz kalmadan yapabilmeleri Metaverse'ün çok yönlü bir yapıda olduğunu göstermektedir. AR deneyimine sahaların kenarlarına yerleştirilen reklamlar sayesinde yabancı olmayan spor mecrasının günümüzde Metaverse'ün tüm teknolojik altyapısı ile birlikte daha kapsamlı bir hal aldığı görülmektedir. Sanal sınıflar, sanal ameliyathaneler ve klinikler, sanal kampüsler gibi örneklerle bir yenisinin daha eklendiği söylenebilir: sanal stadyumlar ve antrenman salonları (Chohan & Schmidt-Devlin, 2023, s. 7). Metaverse'ü deneyimleyen kullanıcılar favori spor dalının herhangi bir maçını zaman ve mekan kavramında boğulmadan, AR'ın sunduğu hologram teknolojisi ile söz konusu müsabakayı istediği açıdan izleyebilme fırsatına erişmektedirler (Rematas, 2019, s. 4). E-spor alanının büyük örnekleri olarak gösterilen LoL (League of Legends) ve Battle Royale gibi 2 boyutlu video oyunlarının Metaverse ile birlikte yerini yarışmaların atlama, eğilme, nesneyi isabetli fırlatma ve koşma gibi birçok refleksi kullanacakları Echo Arena vb. oyunlara bıraktığı görülmektedir (Meta, 2023). Technavio raporuna göre 2027 yılına kadar eğlence alanında 33323,31 milyon dolarlık bir büyüme göstereceği düşünülen Metaverse'ün (Technavio, 2023), tema parkları (2005 yılında kullanıma kapatılan Astroworld adlı parkın Metaverse'e uyarlanması), sinema (yapay zeka destekli filmlerin ilerleyişini kullanıcıların seçimine bırakılması), moda (gucci, louis vuitton gibi markaların prömiyerlerine bizzat katılım gerçekleştirme ve söz konusu markaların avatarlar için tasarladıkları parçaların sanal alanda satışının gerçekleşmesi) vb. daha

birçok yerde kullanıldığı veya kullanılmaya başlandığı görülmektedir (Cirisano, 2020, s. 1; Joy, Zhu, Peña ve Brouard, 2022, s. 3).

Metaverse sisteminin ana yatırımcılarından olduğu düşünülen oyun endüstrisi kullanıcılarının bağlantı kopukluğu yaşamadığı ve kripto aracılığıyla kazan-kazan ağı içerisinde birbirleriyle etkileşimde bulundukları sosyal ortamları kapsamaktadır. Blockchain teknolojileri ile birlikte alt yapısında da bulunan merkeziyetsizlik olgusu ile Metaverse, kullanıcıların sanal alan içerisinde sunulan nesneleri satın alabilme, takas edebilme ve satabilme gibi eylemleri gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır (Kiong, 2022, s. 34). Sanal alanlar veya platformlar yalnızca nesne alımı ve satımı değil, sosyal birçok aktivitede bulunma ve avatarlar arası etkileşimleri güçlendirme vb. birden fazla deneyimi kullanıcılarına sunmaktadır. Söz konusu platformların (Second Life, Roblox, HorizonWorld, VrChat, Zepeto vb.) geçmişten günümüze birçok farklı uygulamasına ulaşmak mümkündür.

1.7.1. Second Life

Neal Stephenson'ın "Snow Crash" adlı romanında tasvir edilen Metaverse'ten etkilenen Linden Lab'in 2003 yılında Second Life adlı platformu kullanıcılarına sunduğu görülmektedir (Wikipedia, 2024). "Senin dünyanın. Senin hayal gücün." sloganıyla kullanıcılarına eğlenceyi, insanlarla etkileşimi, fırsatlarla çevrili bir alanda kendi sanal arsalarına sahip olma imkanını sağlayan Second Life'in, animasyonlu nesnelerden araçlara, hayvanlardan duvar için süslemelere, avatar aksesuarlarından doğum günleri için tasarlanan çeşitli hediyelere kadar birçok ürünün "Linden doları" ile satıldığı bir Metaverse platformu olduğu anlaşılmaktadır (Second Life Marketplace, 2010; Second Life Community, 2011). Dünyada yaşamını sürdüren tüm bireylerin zaman ve mekan fark etmeksizin bir arada bulundukları Second Life platformu ile diledikleri gruba katılma fırsatı sunulan kullanıcıların partiler, forum sohbetleri, ziyaret için bekleyen birden fazla mekan ve çeşitli etkinliklere katılım göstermeleri sağlanmaktadır.

Second Life, macera/fantastik (dinazorların olduğu bir dünyada gezintiye çıkaran Prehistorica, the Dawn Kingdoms, uzay boşluğunda meditasyona davet eden Inspire Space Park gibi sanal alanlar), galeri, fotoğraf stüdyosu, kafe, müze (Museum of Computing History, Museum of the Maya and Inca Civilizations, The Aho Museum vb.), üniversite (misyonunun eğitim olduğu ve öğrencileri sanal kampüsünde bir geziye

çıkaran TejanoTech, Ilha Unisinos, Infolit iSchool vb.), oyun, küresellik (rusça konuşma topluluğu olan Logovo, Paris sokaklarının keşfedilmesini amaçlayan Paris City, japonca konuşma için eğitim sunan Japan-Hiroba vb. sanal alanlar), medya (sinema salonları, radyo programları ve animasyon filmlerinin gösterildiği açık hava tiyatroları), müzik (dans kulüpleri, 80’ler ve 90’lar konseptli gece kulüpleri, müzik kafeler) vb. birçok bölüme ayrılmış çeşitli destinasyonları bünyesinde barındırmaktadır (Second Life, 2010).

“Genel, Orta ve Yetişkin” şeklinde üç adet olgunluk derecelerine sahip Second Life platformu her yaştan bireye sanal alanda eğlenme ve öğrenme deneyimi yaşatmaktadır. Genel adının verildiği alana 18 yaşın altındaki kullanıcılar ile diğer tüm kullanıcıların girebildiği söz konusu alanda cinsel içerikli hiçbir nesneye veya içeriğe izin verilmediği görülmektedir. Orta düzey, varsayılan olarak belirlenmiş 18 yaşın üstündeki kullanıcıların erişebildiği ve içerisinde dans kulüplerinin, mağazaların, plajların ve barların bulunduğu bölgeyi temsil etmektedir. Yetişkin alanda ise bireylerin en az 18 yaşında olmaları beklenirken söz konusu alanda ölüm, çıplaklık, işkence, cinsel temalı içerikler ve diğer tüm bedensel zararların betimlendiği eylemlerin bulunduğu görülmektedir (Linden, 2011).

1.7.2. Roblox

2023 Eylül ayı itibariyle 16 milyar saatlik deneyim yaşayan, yaklaşık 70 milyon aktif kullanıcı ve 3 milyon geliştiriciye ev sahipliği yapan Roblox platformu “Roblox herkesin katkıda bulunabileceği yeni ekonomi ile insan etkileşiminin bir sonraki aşamasıdır” ifadelerini kullanan David Baszucki ve Erik Cassel tarafından 2006 yılında halkın kullanımına sunulmuştur (Wikipedia, 2024). Roblox platformu oyunlardan konserlere, moda şovlarından eğitim ve spora kadar birçok sanal içeriğin yanı sıra BloxCon (sanal etkinliklerle düzenlenen yarışmalar), Bloxy Awards (bağış toplama ve paskalya yumurtası avı gibi faaliyetlerin ve ilgili platform özelinde en iyi videoyu tasarlayan yarışmacılara sunulan ödül töreni) ve Roblox Geliştiriciler Konferansı (Roblox ile ilgili gelişmelerden haberdar etmek amacıyla yalnızca geliştiricilerin katılabildiği etkinlik) gibi gerçek alanda da düzenlenen çeşitli etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır (OldBaronMondo, 2021). Para birimi “Robux” olan Roblox platformu kullanıcılara avatarları için bazı yükseltmeleri (karakter, kıyafet, aksesuar ve animasyon satın alımı)

ve sanal alanı daha hızlı ve etkili bir şekilde deneyimleyebildikleri özel yetenekleri satın almalarına olanak tanımaktadır . Roblox Topluluk Fonu 10 milyon dolarlık bir bütçe ile öğrencilere 3 boyutlu sürükleyici ve ilgi çekici müfredatların, kullanıma açık, ücretsiz, oyun tabanlı deneyimlerini sunarak Roblox ile eğitimin 2030 yılına kadar 100 milyon öğrenciye ulaşmayı hedeflemektedir. 13 yaş altı kullanıcılar için kidSAFE tarafından onaylanan Roblox platformu (Kidsafe, 2012) raporlama sistemi, chat filtreleme, kişiselleştirilmiş ebeveyn denetimi gibi kontrolleri sağlarken ebeveynlere çocuklarının deneyimlerini güvenli bir ortamda yaşayabilmeleri amacıyla birkaç maddeden oluşan “genel çevrimiçi güvenlik tavsiyeleri”ni paylaşmıştır (Roblox, 2024).

1.7.3. Horizon World

Horizon Worlds platformunun 2020 yılında Meta şirketi tarafından geliştirilen ücretsiz sanal bir alan olduğu görülmektedir. Söz konusu platforma 13 yaş üstü kullanıcıların girebildiği, 13-17 yaş arası kullanıcıların ise ebeveyn denetimi ile katılım gösterebildiği ifade edilmektedir (Meta Horizon,). Deneyimlerin yalnızca “Oculus Rift S” ve “Meta Quest 2” adlı VR başlıkları ve hareket kontrol cihazı aracılığıyla yaşanabildiği fakat 2022’nin sonlarına doğru farklı bir web sürümü ile VR başlıklara sahip olmadan da sanal dünyanın sunduğu etkinlikler üzerinden diğer kullanıcılarla etkileşime girilebildiği anlaşılmaktadır. Horizon Worlds’te bulunan oyun dışında konserler, spor oyunları vb. canlı yayınlanan etkinlikler için özel tasarlanan “Veneus” adlı alanın UFC (UFC Fight Pass’i olan kullanıcılar söz konusu etkinliği canlı bir şekilde izleyebilecek), Tidal (kullanıcılar canlı müzik/konser deneyimleri yaşayabilecek) ve NBA (NBA sahası eklenen Veneus’ta maçlara ücretsiz erişilebilecek) gibi büyük şirketlerle ortaklık sağladığı görülmektedir (Wikipedia, 2024).

Kullanıcılar Roblox ve Second Life platformlarında olduğu gibi Horizon Worlds’te de avatarlar ile etkileşime girmekte ve alanda bulunan çeşitli etkinliklerde görevleri tamamladıkça ödül kilitlerini açmaktadırlar. Meta şirketinin kurucusu Mark Zuckerberg Horizon Worlds’ün Metaverse vizyonunu tanımlayan bir projeyi sunmaya yönelik ilk girişimi olduğunu dile getirmekte ve 2022 yılının ilk aylarında aktif kullanıcı sayısının yaklaşık 300.000 olacağını öngörürken 2022’nin sonlarına doğru The Wall Street Journal’a göre söz konusu kullanıcı sayısının 200.000’den daha az olduğu görülmektedir (Tassi, 2022). Bu istatistiksel sonuca paralel olarak Horizon Worlds platformunun,

halkın kullanımına sunulmasından birkaç ay sonra güvenliği tehdit edecek bazı hataların bulunması ve talihsiz denilebilecek kullanıcı deneyimlerinin yaşanması gibi sebeplerle eleştirilmesinin muhtemel bir sonucu olarak öngörülen sayıya ulaşamadığı söylenebilir (Pratt, 2024).

1.7.4. VRChat

VRChat, Jesse Joudrey ve VRChat CEO'su Graham Gaylor tarafından 2014 yılında piyasaya sürülmüş sanal dünya platformudur (Novak, 2022, s. 8). Horizon Worlds ve Roblox'a benzer şekilde avatarlar aracılığıyla diğer kullanıcıların tasarladığı farklı sanal alanlarda/odalarda gezinme, birçok kullanıcı ile etkileşime girme, oyun oynama gibi çeşitli deneyimleri sunan VRChat platformu aynı zamanda Unity'nin sağladığı “yazılım geliştirme kiti” (SDK) ile kullanıcıların hem avatarlarını hem de sanal dünyalarını oluşturabilecekleri bir sanal alan haline dönüşmüştür (Mady, 2021, s. 19). VRChat platformu halkın kullanımına sunulduğu yıllarda SteamVR, MetaQuest ve Meta rift gibi sanal başlıklar/kulaklıklar söz konusu platforma erişim için gerekli olan cihazlarken, platformun resmi web sitesinde “VR gerekli değildir” ifadelerinin yer aldığı görülmekte dolayısıyla artık kullanıcıların VRChat platformunda bulunan sanal alanları belirli sınırlamalar dahilinde deneyimleme fırsatına sahip oldukları anlaşılmaktadır (VRChat, 2023).

“Oluştur, Paylaş, Oyna” ifadeleri ile çıkışını yapan VRChat platformu, VR odaklı bir alan olduğundan kullanıcıların göz, dudak hareketlerini eşzamanlı olarak izleyerek tam hareket kapasitesini sağlayan avatarlar haline dönüşmelerini sağlamaktadır. Söz konusu avatarlarla etkileşime giren kullanıcıların sanal dünyadaki deneyimlerini çok daha gerçekçi bir şekilde yaşadıkları ifade edilebilir (Rzeszewski & Evans, 2020, s. 5). Güven ve emniyet sisteminin bulunduğu VRChat, kullanıcılarına sırasıyla ziyaretçi, yeni kullanıcı, kullanıcı, bilinen kullanıcı, güvenilir kullanıcı ve arkadaş gibi güven derecelendirmeleri sunarken kullanıcıların söz konusu platformda geçirdikleri zaman, edindikleri arkadaş sayısı, birden fazla oluşturulan içerikleri vb. çeşitli faaliyetler ile sıralamalarda ilerlemeleri sağlanmaktadır. Ek olarak “rahatsızlık” adı verilen bir derece bulunmakta ve söz konusu rütbe kullanıcının sanal alanlarda bir probleme sebebiyet verdiği anlamına gelmektedir (VRChat, 2023).

1.7.5. Sandbox

Sanbox platformu 2012 yılında Sandbox şirketinin COO'su Sebastien Borget tarafından VRChat alanına benzer bir şekilde kullanıcıların oluşturduğu bir alan olma vizyonu ile halka sunulmuştur (Allen, 2023). VRChat alanındaki gibi NFT oluşturucusu VoxEdit ile ücretsiz sanal alan inşa etme imkanı sunan Sandbox, Land adı verilen sanal arsalardan oluşmakta ve söz konusu arsalar satın alınarak üzerine arzulanan her şeyin (oyun, müze, moda şovu, konser sahnesi vb.) kurulması sağlanmaktadır (VoxEdit, 2019; Sandbox, 2023). Ethereum blok zinciri temelli ve para birimi "SAND" olan Sandbox platformu, kullanıcıların satma, satın alma, takas etme gibi işlemlerini gerçekleştirdikleri sanal bir Metaverse'ü ifade etmektedir (Nakavachara & Saengchote, 2022, s. 2).

Sandbox platformunda kullanıcıların koleksiyon paketi (Gucci Vault, Lotte World, Snoop Dogg vb. ortak şirket ve sanatçılara ait eşyalar bulunur), varlık (arsalar üzerine kurulabilecek masa, sandalye, duvar çerçevesi vb. nesneler), avatar (Paris Hilton, Elvis Presley gibi sanatçılar ile Tsubasa Team, The Woo Young-Woo gibi TV şovlarına ait karakterler), bazı teçhizat ve arazileri satın alabilecekleri pazaryeri bulunmaktadır (Sanbox, 2023). Kullanıcıların alım satım işlemlerini daha güvenli (dolandırıcılık riskinin az olduğu) bir şekilde gerçekleştirebilmeleri blok zincirinin kayıt altına alma özelliği ile mümkün olduğu söylenebilirken diğer yandan Sandbox'u farklı platformlardan ayıran; blok zinciri ile merkeziyetsizlik temelli ticaretin sağlandığı, içerik geliştiricilerin satışa sunduğu birçok nesne için belirlenen miktarın platform tarafından çekilmeden tamamının söz konusu geliştiriciye yatırılması, sahip olunan varlığın tek bir dünyada kullanma sınırının ortadan kalkması vb. birçok durumun bulunduğu söylenebilir (Sandbox, 2020, s. 14).

1.7.6. Decentraland

Decentraland kuruluşu 2015 yılında Ariel Meilich ve Esteban Ordano tarafından kurulmuş ve 2020 yılında söz konusu kurumun çalışanları tarafından halkın kullanımına sunulan Decentraland platformu fikrinin ortaya çıktığı görülmüştür (Maulana & Multazam, 2023, s. 7). Decentraland platformu oyun (ödüllü yürüyüş, bisiklet ve tırmanma gibi yarışmalar, golf ve satranç kulüpleri vb.), müzik (adı duyulmamış sokak altı sanatçıların performans sergileyebildikleri alan olan "MR. SWE SWEDNESDAYS", müziğin geçmiş ve geleceği özelinde bir yolculuğa çıkaran "First Time by Martines Siesta"

vb.), din (şans makinesine bağış atılması şartıyla gerçekleştirilen günah çıkarma ayinlerinin bireylerin günahlarından arındıracağını iddia eden “Lunckyballism - A Sunday Service” alanı), eğitim (ekonominin geleceği hakkında podcast yayınları yapan “PODCAST DCL BRASIL” vb.), parti, konuşma/sunum (kullanıcı ve geliştiricileri bir araya getirerek soru-cevap ortamı sunan “The Metaverse 3” vb.) gibi çeşitli alanlarda belirli etkinliklerin düzenlendiği Metaverse platformu olarak adlandırılmaktadır (Decentraland, 2023). Kullanıcılara avaturları için ifade veya giyilebilir nesneler oluşturmayı ve yayınlamayı, ücretsiz 3 boyutlu modellemelerle sahip olunan arsaların tasarımı, arsa satın alımı ve hatta avatar ile söz konusu arsalar için benzersiz isim oluşturmayı sunan Decentraland platformunun Sandbox ile benzerlik gösterdiği ancak Sandbox’tan farklı olarak nesne alım satımının yapıldığı pazar yerinde kullanılan ve Polygon ile Ethereum blok zincirlerini içeren “MANA” adlı para birimini sunduğu görülmektedir (Kemec, 2022, s. 6). Yalnızca 100 kullanıcının bir arada bulunabildiği ve sahne limitinin 100 MB olduğu sanal dünyalar ile sınırsız sahne ve katılımcının bulunduğu arsalarından oluşan Decentraland platformu merkezi olmadığından geleceğini/gelişimini belirleme ve kontrolünü sağlama işinin kullanıcılara devredilmesi vizyonu ile DAO (Merkeziyetsizleştirilmiş Bağımsız Organizasyon)’yu kurmuştur (Schonbaum, 2022, s. 8).

1.7.7. Zepeto

Zepeto 2018 yılında Naver Z şirketi tarafından yayınlanmış AR tabanlı bir sanal dünya platformudur. Kullanıcılarını daha çok gençlerin oluşturduğu söz konusu platform özellikle de Kore’de bulunan YG, JYP, Hybe, SM gibi eğlence şirketleri ile ortaklık sağlayarak K-drama ve K-pop’ın da dahil olduğu birçok farklı ürün, içerik vb. çeşitli paylaşımları sağlamaktadır (Averbek & Türkyılmaz, 2022, s. 115). Zepeto platformunda kullanıcılardan talep edilen fotoğraflarla kendilerine benzeyen karakterler/avatarlar oluşturulmakta ve kullanıcılar tarafından söz konusu avaturların özelleştirilmesi için bazı ayarlamalar yapılmaktadır (Han, vd., 2021, s. 3).

Harita üretiminin “inşa et” (sunulan malzemelerin yapboz gibi birleştirme tekniği) ve “dünya” (TimesScript programlama dili ile kodlanan ve 3 boyutlu modellerin kullanıldığı alan) olarak iki türünün bulunduğu, nesnelerin kullanıcılar tarafından tasarlandığı, avatar üzerinde bazı rötuşların yapıldığı bir dünya olan Zepeto, ayrıca kullanıcıların meydan

okuma gibi çeşitli video içeriklerini üretmelerini ve Zepeto Live aracılığıyla söz konusu kullanıcıların avatarları ile influencer olarak canlı yayın yapmalarını sağlamaktadır (Zepeto Studio, 2021). Platformda avatarlar için oluşturulmuş kıyafetler ile nesnelerin alımı veya satımında ve premium oyunların erişimde Zepeto'nun ZEM ve Zepeto Coin adı verilen iki tür para biriminin kullanıldığı anlaşılmaktadır (Lee, vd., 2022, s. 1). Çeşitli kültürel etkinliklerin ve avatarlar arası etkileşimlerin sağlandığı Zepeto platformunda, kafeler, yüzme havuzları, eğlence tema parkları, müzeler ve hatta yemek yeme deneyiminin yaşandığı küçük bir market vb. birçok farklı alanın bulunduğu görülmektedir (Choi ve Lee, 2021, s. 7). Horizon Worlds ve Roblox platformları gibi çeşitli deneyimlerin (müzik performansları, imza etkinlik günleri vb.) sunulduğu ve birçok gencin söz konusu deneyimlerden zevk aldığı düşünüldüğünde, kullanıcılarının anonim olduğu Zepeto platformunda da yetişkin olmayan bireylere yönelik bazı suç faaliyetlerinin ortaya çıkmasına yönelik endişelerin bulunduğu söylenebilir (Naver, 2022). Bu kapsamda kullanıcıların güvenliği konusunda bilgilendirilmeleri için Zepeto platformunun web sitesinde söz konusu platformun ortak faydada bulunduğu NoFiltr ile birlikte yayınladığı beş adet güvenlik senaryosu (arkadaş edinirken nelere dikkat edilmesi gerektiği ve kişisel sınırların nasıl korunacağı, toplumun ve bireyin kendisinin mental sağlığını nasıl koruyacağı, rahatsız edici durumlarda veya tartışmalarda engelleme ve yetişkinlerden destek alma gibi olaylarda rehberliğin alınması vb.) ve “green flags” rehberi (kibar ve saygılı bir kullanıcının özellikleri) bulunmaktadır (Lho, 2023).

1.8. Metaverse'ün Gücü

Amerikan teknoloji danışmanlık ve araştırma firması olan Gartner'ın yayınladığı analiz raporu ile, Metaverse kullanıcılarının %25'inin 2026 yılına girmeden deneyimlenecek çeşitli etkinlikler, eğitim ve çalışma gibi eylemler için gerçek alanın bir yansıması olan söz konusu ortamda günde 1 saatten az vakit geçirmeyecekleri sonucuna ulaşıldığı görülmüştür (Wiles, 2022). Bu bağlamda birçok şirketin geliştirdiği çeşitli platformlarla Metaverse ve altyapısını oluşturan sistemlerin de bulunduğu teknoloji tufanına katıldığı anlaşılmıştır. Söz konusu platformlarda moda haftası etkinliklerinin düzenlendiği, 12 milyon izleyiciye ev sahipliği yapan sanal konserlerin verildiği, Amerika ordusunun askeri eğitimleri sunmayı planladığı, “Metaverse 120 Merkezi” projesi ile avatar halinde

danışmanlık hizmetlerinin verildiği ve siyaset özelinde Türkiye’de bir partinin toplantılarını gerçekleştirdiği görülmektedir (Polona, vd., 2022, s. 3). Bu bağlamda söz konusu etkinliklerin herhangi bir sınır veya sorun olmadan deneyimlenmesine olanak tanıyan ve tüm alt teknolojileri ile birlikte kullanıcılara/geliştiricilere hizmet veren Metaverse’ün birçok alanda fayda sağladığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda söz konusu fırsatların tam listesine aşağıdan ulaşmak mümkündür:

- Tüm kullanıcıların çalışma ve arkadaşlık biçimlerinde yeniliğe gidebildiği ve dünyanın farklı yerlerinde bulunan diğer kullanıcılarla her zaman ve her yerde etkileşime girebildikleri bir bağlantı sağlamaktadır (Duan, vd., 2021, s. 1).
- Gerçek hayatta kimliklerini tam yansıtamadığını düşünen veya söz konusu gerçek kimliklerini toplumun dayattığı bazı kurallar nedeniyle kısıtlamak zorunda kalan kullanıcılar Metaverse ile ifade özgürlüklerini elde etmiş ve belki de unutmak üzere oldukları benliklerini keşfetme fırsatına erişmişlerdir (SSTTEK, 2023).
- Kullanıcılar Sandbox ve Decentraland gibi platformlarda sunulan arsa satın alma ve satma işlemlerini gerçekleştirerek, Zepeto’da video içerik üreticiliği veya influencer gibi yeni meslek grupları edinerek, diğer birçok platformlarda da tasarlanan sanal nesneler ile danışmanlık, sanal yolla eğitim vb. çeşitli hizmetleri vererek yeni ekonomik imkanlara sahip olmuşlardır (Enache, 2022, s. 2).
- Daha önce de değinildiği gibi Metaverse, içerisinde AI, XR (MR, AR, VR), blok zincir, haptik, 5G/6G ve IoT gibi çeşitli teknolojik altyapıları barındırmakta ve söz konusu teknolojiler aracılığıyla birçok farklı fırsatları kullanıcılar ile geliştiricilerine sağlamaktadır. Bu kapsamda özellikle merkeziyetsizliği sağlayan blok zincir teknolojisi sanal para ile takası gündeme getirmiş, güvenlik açısından yüksek sanal ürünlere erişim sağlamayı ve söz konusu para ile ürünleri bir dünyadan diğer dünyaya taşımayı mümkün kılmıştır (Alibaba Cloud, 2023). Diğer yandan VR teknolojisi ile kullanıcıların keşif, eğlence, eğitim ve sağlık alanlarında çeşitli imkan dışı deneyimleri konfor alanlarının dışına çıkmadan yaşayabildikleri görülmüştür (Pratt, 2022). Her türlü bilgiye erişim için ChatGPT, Google Bard, Sparrow, YouChat gibi AI destekli sohbet botlarını kullanan bireylerin, söz konusu tüm verilere Metaverse özelinde şirketlerin yatırım yaptığı platformlarda bulunan sanal çalışanlar ve danışmanlar aracılığıyla ulaşabilecekleri öngörülmektedir (CBOT, 2023).

1.9. Metaverse’ün Riskleri

Metaverse ile birlikte internetin dönüşüm geçirdiği, söz konusu dönüşümle bireylerin de iletişim biçimlerinde (insan-insan -> insan-makine -> makine-makine) bazı köklü değişimlerin meydana geldiği görülmektedir (Oh, vd., 2023, s. 1). Bu bağlamda Metaverse her ne kadar kullanıcılarının gerçek benliklerini fark etmelerini ve fiziksel ortamda açığa çıkaramadıkları birçok fikri sanal alanda özgürce ifade etmelerini sağlasa da, suça meyilli olan ya da mental açıdan çeşitli zorluklar yaşamış bazı bireylerin ortamın sunduğu anonimlik ile kolayca diğer bireyleri birçok senaryo ile rahatsız etme özgürlüğüne ulaşmalarına sebep olmaktadır (Avcu, vd., 2023, s. 7). Bu kapsamda dark web’in Metaverse uzantısı olarak da ifade edilen ve tarayıcılar yoluyla bulunamayan “darkverse”, suç riski yüksek ve yasa dışı kabul edilen birçok durumu açıklarken aynı zamanda protesto/miting gibi ifade biçimlerini de içerisinde barındırmaktadır (Dwivedi, 2023, s. 4). Darkverse’te görülen çeşitli suçlar ve söz konusu senaryolara; kara para aklama, veri hırsızlığı, sahtecilik, psikolojik riskler, zorbalık ve cinsel taciz örnek olarak verilebilir.

1.9.1. Kara Para Aklama

Metaverse ortamında avatarlar aracılığıyla etkileşimde bulunan ayrıca tokenlar ile hemen hemen diledikleri birçok faaliyeti gerçekleştirebileceğini keşfeden bireylerin söz konusu ortamda yalnızca varlıklarını sürdürmekle yetinmedikleri, aynı zamanda daha masalsı ve parlak olduğuna inandıkları etkinliklere katılım gösterme, markalardan alışveriş yapma ve arsa satın alma gibi olayları gerçekleştirdikleri görülmüştür (Han, vd., 2023, s. 1). Ancak “Gelir İdaresi Kriminal Soruşturmalar Birimi” müdürü Jim Lee’nin de söylediği gibi “teknolojinin gelişmesi, anonimleşmenin daha da artmasına neden olmuştur”, dolayısıyla bazı bireyler gerçek dünyanın aynadaki bir izdüşümü olarak da ifade edilen Metaverse’te söz konusu nesnelere, gayrimenkullere ve etkinliklere herhangi bir bedel ödmeden daha hızlı ve kolay yollarla sahip olmak istemekte ve bunun sonucunda çeşitli mali suçların ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (İsfarin, vd., 2022, s. 124; Simons, 2022). Elliptic’in raporuna göre Decentraland ve Sandbox platformlarının para birimleri ile yasa dışı faaliyetlerin gerçekleştiği ve bu faaliyetlerin %99,5’inin kripto hırsızlığıyla ilgili olduğu görülmektedir (Annison, 2022, s. 15). Bu bağlamda güvenlik açıklarından (hızlı gelişim

gösterme, merkeziyetsizlik ve yeni bir olgu olmasından dolayı düzenlemelerin yapılamaması gibi nedenler) faydalanan ve finansal suç işleyen Metaverse kullanıcıları, kara para aklama faaliyeti özelinde haksız kazançlarını çeşitli sanal ortamlarda bulunan arsalarla veya nesnelerin alındığı kripto paralarla değişimini sağladıkları görülmektedir (Wu, vd., 2023, s. 1). Aynı zamanda söz konusu fırsatçılığın terörizm gibi yıldırma eylemlerini desteklediği düşünülen çeşitli gruplara fon sağlamak amacıyla da gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (Zotter, 2022, s. 3).

1.9.2. Veri Hırsızlığı

Metaverse'ün sabit, erişime açık ve paylaşılmış topluluklar, dijital çözümler, içerik oluşturucular, çalışma yerleri, e-ticaret ve fiziksel dünya unsurlarının çeşitliliğini sağlayan, bununla birlikte, kullanıcılara ve geliştiricilere eğitim, eğlence ve yeni meslek grupları sunan bir alan olduğu görülmektedir. Ancak söz konusu ortamın bir diğer önemli dinamiğini gizlilik ve güvenlik kaygılarının oluşturduğu ifade edilmektedir (Jaber, 2022, s. 4). Bu bağlamda Tidio şirketinin anketine göre bireylerin yaklaşık %77'si modern toplumda Metaverse'ün ciddi tehlikelere yol açacağına inanmakta ve simüle edilmiş gerçekliğe olan bağlılığın (%47), mental sağlık (%41) ile özel alan (%41) sorunlarının söz konusu alanın en büyük risklerini oluşturacağını öngördükleri anlaşılmaktadır (Szaniawska-Schiavo, 2024).

Veri hırsızlığı, anonim suçlular tarafından bilgisayarlarda, bazı cihazlarda ve sunucularda depolanmış bilgilerin çalınması ile kişisel bilgilere ya da özel alana bir saldırı girişimi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda diğer tüm sosyal medya uygulamaları ile web sitelerinde görülen hacklenme riskinin Metaverse ortamında da bulunduğu görülmekte ve bu yolla bireylerin mesaj kutusuna, hesap bilgilerine, avatarlarına ve tüm varlıklarına erişim sağlama imkanının bulunduğu anlaşılmaktadır (Kenan, 2023). Söz konusu problemlerden etkilenmemek adına, geliştiricilerin kullanıcılar için kimlik doğrulama (biyometrik, çok faktörlü doğrulama vb.) sistemlerini kurmaları, sanal para birimleri ile varlıkların güvence altına alınması amacıyla blok zincir teknolojisi ile diğer merkeziyetsiz sistemlerin uygulanması, birçok sosyal medyada (instagram, x, facebook vb.) olduğu gibi Metaverse platformlarında da kullanıcılara profillerini kimlerin görüntüleyebileceği hakkında seçim yapabilme özgürlüğünün tanınması ve kullanıcıların veri ihlalleri/hırsızlığı ve kimlik hırsızlığı gibi

potansiyel tehlikeler hakkında eğitim almaları gibi birçok önlemin alınabileceği görülmektedir (Jacob, vd., 2023, s. 7).

1.9.3. Sahtecilik

Sahtecilik, yasal dokümanın aldatmak ya da dolandırmak amacıyla yanlış modellenmesini ifade eden beyaz yakalı bir suç olarak adlandırılmaktadır (Wikipedia, 2023). Metaverse ortamında “evil twins” (şeytani ikiz) olarak da ifade edilen söz konusu suç özelinde profil/avatar sahteciliği ile kişilerin özel bilgilerine erişiminin sağlandığı, bunun sonucunda ise gerçek kullanıcının itibarının zedelenmesi vb. kaygıların artması gibi durumların ortaya çıktığı görülmektedir (Casillo & Powell, 2023). Tidio tarafından yapılan bir ankette “Gerçek hayatta asla yapmayıp Metaverse’te yapabileceğiniz şey nedir?” sorusuna verilen üçüncü popüler cevabın “bir başkası gibi davranma/ikinci bir kişilik oluşturma” olduğu anlaşılmaktadır (Szaniawska-Schiavo, 2024). Bu bağlamda avatar özelleştirmeyi, bireyler her ne kadar farklı cinsiyet, ırk, yaş vb. çeşitli demografik özellikleri deneyebilecekleri yeni bir kimlik oluşturma fırsatı olarak görseler de, söz konusu özelleştirme ile dijital sahtecilik veya profil/avatar sahteciliği yapan diğer bireylerin tehdidi altında kalma riski ile karşı karşıya oldukları ifade edilebilir (Geser, 2007, s. 3). Metaverse platformlarında bulunan sahtecilik riskinin yalnızca kimlik özelinde olmadığı, daha birçok örneğine rastlamanın mümkün olabileceği ifade edilmekte ve finans/ekonomi yönünün de bu örnekler arasında olduğu görülmektedir. Bu bağlamda söz konusu platformlarda kıyafetler, aksesuarlar, çeşitli etkinlikler, arsalar, avatarlar vb. birçok varlığı alırken veya satarken söz konusu platformların sunduğu para birimlerinin kullanıldığı görülmüş ancak bu paralara/token’lara yönelik hedefli bir sahte yorum saldırısının düzenlenmesi gündeme gelmiş ve bu durumun token fiyatında azalışlara neden olabileceği varsayılmıştır (Kadar, 2022).

1.9.4. Psikolojik Riskler

Bireylerin avatarlar aracılığıyla varlıklarını sürdürebildiği 3 boyutlu bir sanal dünya olan, aynı zamanda sanal gerçeklik evreni olarak adlandırılan Metaverse’ün, kullanıcılarına toplantı, sosyalleşme, oyun oynama, üretme ve çalışma gibi birçok aktiviteyi sunduğu görülmektedir (Han, vd., 2021, s. 2). Söz konusu faaliyetler tüm bireyleri kapsamakta

ancak gençlerin dijital çağa daha çabuk ayak uydurmaları ve yeni kültürlerle çok daha açık olmaları Metaverse ortamının getirdiği yeniliklere olan ilgilerinin de olumlu yönde artmasına bir sebep olarak gösterilmektedir. Özellikle de Z jenerasyonunun Metaverse'e olan bu yoğun ilgisinin ardında, önceki nesillere göre daha değişim dostu olmaları ve sanal uzay boyunca görülen bağımsız kültürün bir parçası olma arzusunu taşımaları yatmaktadır (Kim, 2020, s. 1).

Covid-19 pandemisinin ortaya çıkmasıyla fiziksel olarak izole edilmiş bireylerin çalışma ve eğitim şekillerinde önemli değişimlerin meydana geldiği, bunun sonucunda ise arzulanan sosyal ilişkilerin, içerisinde Metaverse'ün de bulunduğu çevrimiçi alanlar aracılığıyla kurulduğu görülmektedir (Kim & Kim, 2023, s. 1). Söz konusu pandemi ile sosyal ilişkileri özleyen bireylerin yanı sıra sosyal ortamdan tamamen kopma ve içine kapanma isteğini veya zorunluluğunu hisseden birçok bireyin de bulunduğu söylenebilir. Faith Popcorn tarafından bulunan "Cocooning" terimi ile Psikiyatrist Tamaki Saito tarafından kullanılan "Hikikomori" kavramı da "yirmili yaşların sonunda bazı problemlerle karşılaşan bireylerin kendilerini 6 ay veya daha uzun süre boyunca sosyal ortamdan uzak tutma ve evinde kalma" durumu olarak tanımlanmaktadır (Sunny, 2023, s. 1). Söz konusu kavramları taşıyan bireylerin Metaverse ortamında vakit geçirmeye ve sosyal ilişkilerini yeniden düzenlemeye başlamaları sonucunda fiziksel yalnızlığın algılanan bir duygu olmaktan çıktığı fikrine ulaşılmaktadır (Henz, 2022, s. 4).

16-64 yaş arası bireylerin zamanlarının çoğunu (7 saat) bir ekrana bakarak geçirdiklerini ortaya koyan araştırma ile Metaverse'e hazırlık döneminin yaşandığı vurgulanmaktadır (Kemp, 2022). İnternet kullanımının artması ile depresyon, anksiyete, yalnızlık, düzensiz uyku, üretkenliğin azalması gibi mental düzeyde ve boyun problemleri, göz bozulmaları, duruşta bozukluk gibi fiziksel seviyede birçok olumsuz yan etkilerin ortaya çıkması ile Metaverse'ün gizlilik ve kişisel hayat arasında sağlıklı bir sınır oluşturma vizyonunun yıkılıp yerine çevrimiçi ve çevrimdışı hayatın arasına sağlıklı sınırları oluşturan bir ortamın sunulduğu görülmektedir (Ra, 2022). Bireylerin gerçek hayatta nasıl görüldüğünü sürekli kontrol etme ihtiyacı, sosyal medyada gördüğü sahte profiller ile Metaverse ortamında oluşturduğu avatarının görüntüsü üzerinden kıyaslama yarışına girmeleri, gerçek hayattaki kimlikleri ile sanal ortamdaki kimlikleri arasındaki çatışmalar vb. çeşitli nedenler bireyde vücut dismorfisine¹ yol açmakta, bunun sonucunda ise kişide

¹ Bireyin vücut boyutu ve kilosu ile ilgili kusurları abartarak takıntı haline getirmesi durumu.

yeme bozuklukları, takıntılı davranış biçimleri ve duygudurum bozuklukları gibi psikolojik rahatsızlıkların ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (Usmani, vd., 2022, s. 2; Jafri, 2023).

Ha ve çalışma arkadaşlarının (2006) yaptıkları çalışmada; dijital teknolojinin depresyon (%6), paranoid düşünce (%0,5), psikotizm (%0,5), somatik semptomlar (%6) ve ciddi mental rahatsızlıklar (%2) gibi birçok ruhsal sağlık sorunlarına neden olduğu bulgusuna ulaştıkları anlaşılmaktadır. Bu kapsamda bireylerin Metaverse'ü daha fazla tüketmeye başlaması, ilişki kavramına olan bakış açılarını değiştirmiş ve söz konusu kavramın anlamını yitirmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda Metaverse ortamında geçirdikleri zaman aralığında bireyler hayatlarının en kuvvetli ilişki bağlarını kurduklarını düşünseler de aslında sosyal izolasyon ve yalnızlık hissi gibi risklerle karşı karşıya kaldıkları görülmüştür (Jafri, 2023). Sonuç olarak birçok psikolog ve uzmanın Metaverse'ün insan hayatına sorun yaratmayacak şekilde sunulmasının hiçbir risk taşımayacağı konusunda fikir yürüttükleri görülse de diğerlerinin söz konusu ortamın toplumun genel yapısını derinden değiştireceğini ve ruhsal sağlık üzerinde derin izler bırakacağını vurguladıkları anlaşılmaktadır (Morenne, 2022).

1.9.5. Zorbalık

Zorbalık kavramı 1993 yılında Farrington tarafından “daha güçlü olan bir kişinin diğerine tekrar eden bir şekilde uyguladığı fiziksel veya psikolojik baskı” olarak tanımlanmaktadır. Ancak zorbalığın söz konusu tanımda belirtildiği gibi yalnızca tek bir birey ile sınırlı kalmayıp bir grup tarafından da gerçekleştirildiği görülmektedir (Rigby, 2007, s. 28). Zorbalığın sözel, fiziksel, ilişkisel ve siber olmak üzere dört temel türünün olduğu görülmektedir. Sözel zorbalık, sözlü olarak bireye isim takma ve her konuda dalga geçmeyi tanımlarken fiziksel zorbalık ise vurma, itme gibi fiziksel olarak zarar vermeyi ifade etmektedir (Seçkin, 2017, s. 77). İlişkisel zorbalık, bir bireyi gruptan veya ortamdaki dışlama olarak açıklanmakta; siber zorbalık bireye teknolojik araçlar üzerinden mail, mesaj veya sosyal medya aracılığıyla tehdit söylemleri, zarar verecek ifadelerin kullanımı şeklinde tanımlanmaktadır (Brank, vd., 2012, s. 3).

Dünyanın hemen hemen her yerinde ve çeşitli alanlarda (okul ortamı, çalışma hayatı, aile içi vb.) zorbalığın bulunduğu söylenebilir. Dolayısıyla birçok alanda söz konusu baskıların (özellikle de fiziksel zorbalık) azalması amacıyla çeşitli kampanyalar ve

konferanslar düzenlenmiştir. Bu bağlamda fiziksel ve sözel zorbalık türleri ile ilgili hukuki savunuculuk toplumu olan “Public Justice” tarafından okullarda görülen zorbalıkla mücadele kampanyasının yürütüldüğü ve söz konusu kampanya ile zorbalığa uğrayan birey ve ailesi için adaletin sağlandığı, zorbalık olayını görmezden gelen okul yetkililerinin gerekli eğitimlerle hoşgörü ortamı oluşturmaya davet edildiği ve din, cinsiyet, ırk, engellilik, etnik köken gibi birçok özellik üzerinden zorbalığa uğrayan mağdurları temsilen dava açma vb. çeşitli yardımların sağlandığı görülmektedir (PublicJustice, 2016). Ayrıca Türkiye’de “Emniyet Genel Müdürlüğü Siber Suçlarla Mücadele Daire Başkanlığı” tarafından kurulan “SİBERAY” topluluğu ve çeşitli kuruluşların ülke genelindeki birçok okulda afiş ve broşürleri dağıtarak eğitim ve seminerler düzenledikleri ve bilinmeyen kişilerin yolladığı mesaj veya takip isteklerine karşılık verilmemesi, zorba ile tartışmaya girilmemesi, zorbanın sosyal medya ortamındaki yetkililere şikayet edilmesi ve engellenmesi, zorbalığa ait kanıtların tutulması, 18 yaş altı bireylerin velilerini bilgilendirmesi sonucunda velileriyle, 18 yaş üstü bireylerin ise doğrudan jandarmaya, polise ya da cumhuriyet savcılığına başvurmaları gerektiği gibi siber zorbalıkla mücadelede altı önemli kuralın uygulanması tavsiye edilmiştir (İçişleri Bakanlığı, 2022).

Siber zorbalık, “elektronik cihazlar aracılığıyla bir grup veya tek bir bireyin kendisini savunamayan ve daha zayıf olan mağdura karşı zaman içerisinde tekrarlayan agresif tutum ve davranış sergilemesi” (Slonje, vd., 2013, s. 1) şeklinde tanımlanmaktadır. Söz konusu zorbalık biçiminin internetin ortaya çıkmasından günümüze kadar devam eden bir olgu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla birçok bireyin çeşitli aktiviteleri deneyimlediği ve birbirleriyle etkileşime girdiği Metaverse ortamı internetin bir sonraki aşaması (George, vd., 2021, s. 4) olarak ifade edilmekte ve söz konusu ortamın da zorbalık risklerini içerisinde barındırdığı anlaşılmaktadır. Metaverse ortamında bazı kullanıcılar tarafından oluşturulmuş sahte video ve fotoğraflar, sanal alanda paylaşılmış utanç verici özel bilgiler, sahte avatarlarla tehditkar ve baskıcı konuşmalar, yalan yanlış söylemler vb. çeşitli zorbalıklara maruz kalan kullanıcılar (Upadhyay, vd., 2023, s. 6), birçok duyusunu harekete geçirmesini sağlayan teknolojik altyapıları da (XR) kullandıklarında zorbalıktan etkilenme düzeylerinin daha da artacağı düşünülmektedir.

Metaverse ortamında birçok bilinen veya bilinmeyen zorbalık vakasının bulunduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda örnek olması açısından söz konusu vakalardan birkaçına yer verilmiştir: Arkadaş edinmek ve sosyal ilişkiler kurabilmek amacıyla VRChat

platformuna giriş yapan “otistik” bir bireyin sonrasında bir grup zorba tarafından “hadi arkadaşlar gidelim... yanında durmayalım... sinir bozucusun...” ifadeleri ile ortamdan uzaklaşmasına neden olduğu ve ardından “kaçtı... korkak...” gibi söylemlerle bireyin üzerine gidildiği, zorbalığa uğrayan mağdurun ağlamaya başlaması ile söz konusu zorbaların rahatsız edici bir tonla gülmeye devam ettikleri görülmektedir (Vise Clips, 2019). Bir diğer vakanın Alwaleed Philanthropies tarafından gerçekleştirilen sanal sosyal deney esnasında ortaya çıktığı, söz konusu deneyde anonim avatarın farklı platformlarda farklı ırk, din ve görünüşle katıldığı ve rastgele seçilmiş avatlara halka açık mesajlar yoluyla zorbalık yapıldığı görülmüş, bununla birlikte yüzlerce avatarın arasından yalnızca dört bireyin söz konusu olaya ses çıkardığı ve zorbalık mağduruna destek verdiği anlaşılmıştır (Philanthropies, 2023). Söz konusu örnek vakalarda görüldüğü gibi zorbalık olgusu yalnızca fiziksel dünyada değil sanal dünyada da bulunduğu, dolayısıyla gerçek alanda yaşanan zorbalığın sonucunda mağdurlarda görülen birçok olumsuz sonucun sanal alanda da görülebileceği yargısına ulaşılabilir. Bu kapsamda Metaverse ortamında zorbalığa uğrayan bireylerin olay sonrasında anksiyete, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu ve hatta intihara kadar giden önemli ruhsal problemlerle karşı karşıya kaldıkları görülmektedir (Neha, vd., 2023, s. 25). Bu kapsamda avatarın görünüşü üzerinde bazı değişikliklerin yapılması (Kawakita & Kanai, 2023, s. 53), zorbaların ortamdan engellenmesi ve platformun geliştiricilerine şikayette bulunulması, şikayet sırasında delil sunabilmek amacıyla zorbalığın yapıldığı sahenin veya chat kutusunun fotoğraflanması ve mağdurun arkadaşlarından ailesinden ya da uzman danışmanlardan destek alması gibi birçok önlemin alınması söz konusu mental sorunların oluşmasını engellemede fayda sağlamaktadır (Upadhyay, vd., 2023, s. 2).

1.9.6. Cinsel Taciz

Cambridge Sözlüğü (2023)’nde, taciz kavramının “bir kimseyi rahatsız edecek veya üzecek tutumlar...bireye karşı legal olmayan, tekrar eden ve bireyi isteği dışında sebepsiz yere ruhsal ve duygusal yönde acı çektirme davranışı” şeklinde tanımlanmaktadır. Opinions and Lifestyle Survey’in 2022 yılındaki anket sonuçlarına göre 12 ay içerisinde kadınların (%27) en az bir kez erkeklerden (%16) daha fazla tacize uğradıkları, özellikle de 16-34 yaş arası kadınların hava karardıktan sonra halka açık ulaşım araçlarını kullanmaktan çekindikleri ve bu durumla alakalı güvensizlik hissine kapıldıkları görülmektedir (Elkin, 2022, s. 3).

Söz konusu ankette ifade edildiği üzere bireylerin, özellikle de kadınların, fiziksel, psikolojik, sözlü, cinsel, dijital (siber taciz) vb. çeşitli taciz türlerine maruz kaldıkları ifade edilebilir. Fiziksel taciz, mağdurun kıyafet, saç, yüz ve cildine dokunma, şiddet tehdidi ve kişisel tercihler üzerine zarar verme gibi istenmeyen davranışları kapsamaktadır (Schooley, 2023). Duygusal zorbalık olarak da bilinen psikolojik tacizin, bir bireyin veya grubun diğer bir bireye sürekli olacak şekilde gösterdiği fiziksel şiddet tehditleri, bağırma, isim takma, alay etme, takip etme gibi agresif davranışları içeren bir olgu olduğu anlaşılmaktadır (Sands, 2024). Tacizin fiziksel yönde olmadığı, dolayısıyla sıklıkla gri bölgede yer aldığı ifade edilen ve ayırt edilmekte zorlanıldığı düşünülen sözel taciz olayı ile bireyin alaycı ses tonuyla istenmeyen şakalara ve kıran yorumlara maruz bırakıldığı; bağırma, hakaret ve derin izler bırakacak sözlerin hedefi olarak gösterildiği görülmektedir (Schooley, 2023). Sözel olduğu gibi fiziksel olarak da görülen ve mağdurda depresyon, anksiyete, yüksek tansiyon vb. birçok psikolojik ve fizyolojik soruna sebebiyet veren cinsel taciz, istenmeyen temaslar, cinsel davranışlar; cinsel şakalar, yorumlar veya sorular, cinsel içerikli isteklerde bulunma gibi çeşitli sapkın tutumları içermektedir (HR Acuity, 2023). Dijital yolla taciz, bir diğer adıyla siber taciz ise sosyal medya araçları üzerinden gerçek veya sahte kimliklerle mağdura devamlı olacak şekilde istenmeyen cinsel içerikli video veya fotoğraf gönderme, cinsel içerikli yorum ve mesaj atma, fotoğraflar ile tehdit savurma gibi davranışları kapsamaktadır (Vogels, 2021, s. 6).

Yaşamın her alanında, en basit haliyle sokağın herhangi bir yerinde söz konusu taciz türlerinin, özellikle de cinsel tacizlerin yaşandığı söylenebilir. Bu kapsamda yapılan bir çalışma ile, ankete katılan bireylerin %94'ünün cinsel taciz başta olmak üzere diğer taciz türlerini bizzat deneyimledikleri veya şahit oldukları sonucuna varıldığı görülmektedir (Howard, vd., 2020, s. 2). Ancak YouGov (2021)'un düzenlediği anket ile kadınların %95'inden fazlasının ("bu kadar ciddi bir durum olduğunu bilmiyordum"(%55) ve "rapor etmenin yardımcı olacağını düşünmemiştim"(%45) cevapları doğrultusunda) deneyimlediği ya da şahit olduğu cinsel taciz vakalarını rapor etmedikleri ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda cinsel taciz mağdurlarının veya bu tür bir olaya tanıklık eden bireylerin söz konusu vakanın meydana geldiği sırada ve öncesinde nasıl önlenebileceği ile ilgili birkaç maddenin bulunduğu anlaşılmaktadır: toplumsal farkındalık yaratma ("iyi misin?" kampanyası, anonim bir şekilde yaşanan taciz olayının bildirilebildiği "StreetSafe" uygulaması) ve birlikte hareket etme (toplum güvenliği ile görsel denetim oluşturulur,

grup ile haritalama projesi organize ederek güvenli olmayan alanların belirlenmesi sağlanır vb.) (Neighbourhood Watch, 2022, s. 2).

Teknolojinin ilerlemesi ile yalnızca fiziksel veya sözel örnekleri görülen tacizin dijital ortamda da varlığından söz edildiği görülmektedir. Söz konusu gelişme ile bireylerin temsili olarak oluşturduğu avaturları aracılığıyla çeşitli etkinliklere katılabildikleri ve birbirleriyle etkileşime girebildikleri Metaverse ortamının gündeme geldiği, dolayısıyla cinsel taciz olaylarına söz konusu ortamda da rastlanabileceği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda Metaverse kavramının literatüre kazandırılmasında öncü olan ve söz konusu ortamın günümüzdeki işlevi ile ilgili birçok örnek sunan “Snow Crash” romanında, taciz başta olmak üzere, Metaverse’ün içerdiği çeşitli risklerden de örnekler verildiği görülmektedir:

Bol miktarda siyah ve beyaz insan: Metaverse’e düşük maliyetli kamu terminalleri aracılığıyla erişen insanlar, spazmodik, grenli² siyah ve beyaz olarak çizilmiş; çoğu, belirli bir aktrisi bıçaklayarak öldürme fantezisine takıntılı, sıradan psikopat hayranlardır; gerçekte yaklaşamazlar bile, bu yüzden avlarını takip etmek için Metaverse’e giriş yaparlar (Stephenson, 1994, s. 24).

Pew Araştırma Merkezi (2021)’nin çalışması ile, Amerikalıların %41’inin çevrimiçi tacize maruz kaldıkları, yarısının ise politik yönelimlerinden dolayı tacizcilerin hedefleri haline geldiklerine inandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Metaverse ortamında görülen cinsel taciz olaylarının mağdur kullanıcılar üzerinde fiziksel ortamda yaşanmış gibi yüksek kalp artışı, sosyal izolasyon ve bununla birlikte anksiyete, depresyon, panik atak gibi olumsuz duygulara sebebiyet verdiği ifade edilmektedir (Wiederhold, 2022, s. 1). Bu bağlamda Metaverse platformlarını halka sunan birçok şirketin söz konusu platformlarda taciz ve zorbalık gibi rahatsızlık verici olayların yaşanmasını engellemek amacıyla çeşitli çözümler sunduğu görülmektedir: Meta şirketinin halkın kullanımına açtığı Horizon Worlds platformunun sunduğu “Safe Zone” (kullanıcıların tehdit altında olduklarını düşündüklerinde aktif hale getirebilecekleri ve diğer kullanıcıların hiçbir şekilde rahatsız edemeyecekleri, koruyucu baloncuk), Rec Room adlı platformun kullanıcılar tarafından kullanım şartlarının görmezden gelindiği durumlarda istenmeyen olayların saptanması amacıyla geliştiricilerin tasarladığı “otomatik ses denetleme” aracı ve diğer birçok platformun sunduğu koruma planları (Roblox-kidSafe, VRChat-Safe Mode vb.) ile tacizci veya zorba bireyleri engelleme imkanlarının bulunduğu anlaşılmaktadır (Haber, 2023, s. 33; Le, 2022; VRChat, 2024).

² Görüntünün tane benzeri parçacıklardan oluşmuş hali.

Başlangıçta kadınların sanal ortamda sözlü tacize uğradıkları ancak Metaverse ile birlikte avatarlarla sanal cinsel istismarın mümkün olduğu görülmüştür. Bu tür sanal istismarların kadınların mental sağlıklarında olumsuz etkilere sebebiyet verdiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda sanal alanlarda yaşanan olayların gerçek dünyadaki olumsuz yansımalarına örnek olması açısından bazı çalışmaların var olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmalardan ilki, 1963 yılında fiziksel ortamda Stanley Milgram tarafından otoriteye itaat sonucunda elektrik şokunun verildiği ve sonucunda deneklerin vicdanlarında sorgulamaya gidildiği “*Milgram deneyi*” gerçekleştirilmiştir. 2006 yılına gelindiğinde ise söz konusu deneyin sanal versiyonu (VR ile)’nda denekler tarafından elektrik şokunun var olmadığı bilinmesine rağmen ciddi nabız artışları, acı haykırışlar ve birtakım olumsuz duyguların gözlemlendiği ifade edilmektedir. Aynı deney farklı bir sanal ortam simülasyonunda gerçekleştiğinde deneklerin söz konusu şokun avatar üzerinde uygulanacağı konusunda bilgilendirildikleri, deneyin sonucunda ise fiziksel alanda yapılan deneyde verilen tepkilerle birebir aynı tepkilerin verildiği görülmektedir. Başka bir çalışmada, 1998 yılında denegin bir elini görebildiği diğerini göremediği bir konumda oturtulup, göremediği tarafa yapay bir elin konulduğu, ellerine senkronize bir şekilde dokunulduğu ve belirli bir süre sonra yapay elde de dokunma hissini duyabildiği “*Kauçuk El Yanılsaması*” isimli bir deneyin gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Aynı çalışmada söz konusu deneyin bireyde vücut aidiyeti algısında derin anlamlar taşıdığı, dolayısıyla sanal alanlarda (haptik teknolojileri ile diğer giyilebilir teknolojilerin kullanımı da dahil) yaşanan negatif olayların da fiziksel alana yansiyebileceği tartışılmaktadır. Deneylerin yanı sıra birçok oyun platformunda yaşanan vakaların gerçek hayata taşındığı görülmektedir (Neyret, vd., 2020, s. 2). Bu bağlamda “MMRPG” oyunu olan EverQuest ortamında oyun oynayan bir kullanıcının söz konusu ortamda 36 saat geçirdiği, avatarının çalınması sonucunda ise intihar ederek yaşamına son verdiği görülmektedir (Tulathimutte & Lowood, 2004, s. 21). Legend of Mir 3 adlı başka bir oyunda bir kullanıcının diğer bir kullanıcıya ait olan nesneyi (kılıç) sattığı, bunun sonucunda ise nesnenin sahibi tarafından bıçaklanıp öldürüldüğü ifade edilmektedir (Power & Tobin, 2011, s. 8). Bu kapsamda söz konusu çalışmaların ve oyunların, “Metaverse ortamında yaşanan negatif olaylar gerçek hayatta bireyler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir” ifadesine ışık tuttıkları söylenebilir.

Sonuç olarak negatif duygulara ve birçok rahatsızlığa sebep olan cinsel tacizin Metaverse platformlarında bulunduğu ve bu olayı deneyimlemek zorunda kalan mağdurların

ifadeleri ile de söz konusu platformların sunduğu güvenlik sistemlerini aşan bir durumun var olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, aşağıda, Metaverse ortamında cinsel tacize maruz kalan çeşitli kullanıcılar ile araştırmacıların deneyimlerinden oluşan vaka örneklerinin listesine ulaşmak mümkündür:

- Kaliforniya’da bulunan bir yapıyı örnek alan LambdaMOO adlı sanal tabanlı platformda bulunan bir odada Mr. Bungle isimli bir kullanıcının “voodoo doll” olarak adlandırdığı bebeği yerleştirdiği ve bebek üzerinde “John Bill’i tekmeliyor” ifadesinin yer aldığı görülmektedir. Söz konusu ifadenin diğer kullanıcılar tarafından bireylerin birbirlerine şiddet ve cinsel içerikli eylemlerde bulundukları yönünde anlaşıldığı ifade edilmektedir. Olayın ardından Mr. Bungle isimli kullanıcının platformdan atıldığı ancak daha sonra “Dr. Jest” kullanıcı adıyla tekrar katıldığı ve diğer kullanıcıları olumsuz etkileyen eylemlerine devam ettiği anlaşılmaktadır (Johnson, 2008, s. 1).
- VRChat platformunda sanal striptiz odasına katılan ve kendisini 13 yaşında bir kız olarak listeleyen BBC araştırmacısı Jess Sherwood’un aktardığına göre yetişkin erkeğin bir çocuğu takip ederek üzerinde bulunan kıyafetleri çıkarması için zorladığı tespit edilmiştir (Pulkka, 2022, s. 27).
- 2007 yılında ortaya çıkan Second Life platformunda ise aynı yıl içerisinde kullanıcılar tarafından avatarların yetişkin olmayan bir bireymiş gibi tasarlandıkları, söz konusu avatarların pornografik içeriklere gönderildikleri ve cinsel içerikli odalarda teşhir edildikleri görülmektedir (Garcia-Ruiz, vd., 2009, s. 1).
- “Channel 4” isimli TV kanalında yayınlanacak olan “Dispatches” belgeseli için araştırma yapan Yinka Bokinni adlı gazetecinin de kendisini 13 yaşında bir çocuk olarak kaydettiği VRChat platformunda diğer kullanıcıların ırkçı, cinsiyetçi ve homofobik yorumlarına maruz kaldığı, söz konusu yorumların bazılarının belgeselde yer alamayacak kadar uçuk olduğu ifade edilmektedir (Dispatches, 2022).
- Zombi oyunu olan QuiVR adlı başka bir platformda Jordan Belamire adlı bir kadın kullanıcının “BigBro442” lakaplı başka bir kullanıcı tarafından cinsel tacize uğradığı görülmektedir. Söz konusu mağdur kullanıcının avatarına yaklaşıldığı ve göğsüne doğru sapkın eylemlerde bulunduğu ifade edilirken kocası ile kocasının erkek kardeşinin de tanıklık ettiği olay esnasında “Lütfen dur!” gibi söylemlerinin de dikkate alınmadığı görülmektedir (Franks, 2017, s. 4).

- BBC'nin 2022 yılının Şubat ayında gerçekleştirdiği Roblox platformunda görülen "sex condos" ile ilgili araştırma sonrasında eski adı twitter olan X platformu üzerinde hali hazırda bulunan "#robloxcondo" etiketi ile yazılmış ve yayınlanmış cinsel içerikli tweetlerin Temmuz ayında 14 kat arttığı, dolayısıyla şirketlerin ve uzmanların platformlarda bulunan riskleri engellemek veya yaptırım uygulamak gibi bir isteğe sahip olmadıklarının altının çizildiği anlaşılmaktadır (Clayton & Dyer, 2022).
- İsim değişikliğine giden Meta şirketinin kurucusu Mark Zuckerberg, Metaverse vizyonu ile hareket etmiş ve Horizon Worlds platformunu halkın kullanımına sunmuştur. Söz konusu platformda Nina Jane Patel adlı araştırmacı, deneyime katıldığı 60 saniye içerisinde bir grup erkek sesi duyduğunu, sözel ve cinsel tacizin yanı sıra avatarının söz konusu grup tarafından tecavüze uğradığını ve durumdan kurtulmaya çalıştığı sırada tacizcilerin "sevmemiş gibi davranma" sözlerine maruz kaldığını ifade etmiştir (Sethuraman, vd., 2023, s. 2).
- Güney Kore'nin Cinsiyet Eşitliği ve Aile Bakanlığı tarafından 2021 yılının Eylül ayında 14 yaşındaki bir kızın avatarının üzerinde bulunan kıyafetleri çıkarmaya, ardından avatarına çeşitli cinsel eylemleri gerçekleştirmeye zorlandığı ortaya çıkmıştır (Park, 2022).
- Horizon Worlds platformunda yaşanan bir diğer olay SumOfUs araştırmacısının başına gelmiş ve araştırmacının diğer kullanıcı tarafından cinsel tacize uğradığı, söz konusu kullanıcının "arkanı dön" ikazları ile rahatsız edilmeye devam ettiği görülmüştür. Söz konusu olayda bu duruma şahit olan birçok kullanıcının hiçbir şey yapmadan sadece izledikleri belirtilmiştir (Horne, 2023, s. 2).
- Farklı bir Metaverse platformunda bir muhabirin 13 yaşında bir çocuk olarak avatarını oluşturduğu, buna rağmen diğer kullanıcılar tarafından cinsel taciz şakalarına maruz kaldığı görülmüştür (Wheeler, 2022, s. 19).
- 29 yaşında olan başka bir kadın ise Meta şirketinin tasarladığı Oculus Quest VR başlığını denerken avatarını taciz eden ve sapkın eylemler gerçekleştirmeye çalışan bir kullanıcı ile karşılaşmış, durumdan rahatsız olduğunu ve durmasını istediğinde ise "Burası Metaverse, istediğimi yaparım!" gibi ifadelerle karşı karşıya kaldığını ifade etmiştir (Lauer, 2021).

- VR alanına giriş yapan bir başka muhabir ise deneyimlemek zorunda kaldığı ırkçılık ve cinsel şakaları “Metaverse ortamındaki kabusa benzer yolculuğum” olarak tanımlamış ve “reşit olmayan bireylerin birbirleri ile cinsel içerikli olarak adlandırılacak simülasyonları gerçekleştirdiklerini gördüm” şeklinde şahit olduğu olayı ifade etmiştir (Wheeler, 2022, s. 19).
- Dijital Nefretle Mücadele Merkezi’nin CEO’su Callum Hood’un VRChat platformuna giriş yaptıktan 11 saat sonra 100’den fazla sorunlu vaka kaydettiği ve söz konusu platformda bulunan kullanıcıların birçoğunun 13 yaşında olduğu bilgisini halka sunduğu görülmektedir (Frenkel ve Browning, 2021).
- Horizon Worlds’ün beta testini deneyimleyen anonim bir kullanıcı söz konusu platformda tanımadığı biri tarafından avatarının taciz edildiğini dile getirmiş, olayı rapor etmek ve tekrar yaşanmasını engellemek için daha iyi olabileceğini düşündüğü birkaç yöntemi önermiştir. Ancak Meta şirketi yetkililerinin söz konusu durum için bir şeyler yapmak yerine beta testi kullanıcılarını kişisel güvenlik ayarlarını yetersiz kullanma gerekçesiyle suçladıkları ifade edilmiştir (SumOfUs, 2022, s. 5).
- Yukarıda örnekleri verilen vakalara ek olarak diğer birçok araştırmacının çocukların hedef alındığına ve modellemesi yapılmış cinsel faaliyetlere zorlandıklarına, bununla birlikte 7 yaşında olan bir çocuğun bir grup kullanıcı tarafından cinsel tacize uğradığına dahi şahit oldukları anlaşılmıştır (Reed & Joseff, 2022, s. 17).

1.10. Metaverse Platformlarında Karşılaşılan Risklere Karşı Hukuki Mücadele

2017 yılında bir platformda devamlı olarak intihara ve kendini yaralamaya teşvik edici çeşitli resim ve videolara maruz kalan Molly Russell isimli 14 yaşındaki bir kızın intiharı tüm İngiltere’nin hüzne boğulduğu bir olay olarak tarihe geçmiştir (Wheeler, 2022, s. 21). Molly gibi birçok internet kullanıcısının da çeşitli ruhsal problemler yaşadıkları, bunun sonucunda yaşamlarını tehdit edecek çeşitli sorunlarla birlikte intihara kadar giden bir süreci deneyimledikleri görülmüştür (Pourmand, vd., 2019, s. 1). Bu kapsamda, teknolojinin birçok yeniliği kullanıcılara sunması ile çeşitli riskleri de beraberinde getirdiği, söz konusu durumun ise gerçek hayatla benzerliğinin dikkat çektiği görülmüştür. Konu Metaverse bağlamında ele alındığında, Metaverse’ün sanal ve gerçek dünyanın arasında bir köprü görevi gördüğü düşünüldüğünde (Lee, 2021, s. 1), sanal

ortamların da suç teşkil edecek birçok vaka örneği (bireylerin çocuğa benzer bir avatar tasarlayarak pornografik alanlara sunmaları, Decentraland platformunda arsanın satın alınmasının ardından oluşturulan binanın içerisinde cinsel içerikli video ve fotoğrafların görüntülenmesi vb.) taşıdığı görülmektedir (Annison, 2022, s. 40). 2019 yılında yapılan bir çalışma ile gençlerin, özellikle de çocukların yalnızca %26'sının Metaverse ortamında yaşadığı negatif olayları ve zorbalığı ailelerine bildirdikleri vurgulanmış, 2021 yılında gerçekleştirilen başka bir çalışma ile de cinsel içerikli istek ve mesajlara maruz kalan bireylerin sadece %12'sinin söz konusu durumu rapor ettikleri belirtilmiştir. Söz konusu çalışmalar Metaverse ortamında bulunurken ne denli dikkat edilmesi gerektiği konusunda uyarı niteliği taşımaktadır (Reed & Joseff, 2022, s. 12). Bu kapsamda çocuk kullanıcıların ailelerinin ve diğer bireylerin daha güvenli bir Metaverse deneyimi yaşayabilmeleri için yapmaları tavsiye edilen çeşitli çözüm önerilerinin bulunduğu görülmektedir: Metaverse ortamında katı kuralların var olması, IP adresi ile kimlik doğrulama işleminin uygulanması, kişisel bilgilerin hiçbir platformda paylaşılmaması, kullanılan uygunsuz sözler veya hareketlerin kısıtlanması ve bireylerin rahatsız edici bulunduğu avatari engelleme veya kısıtlama hakkına sahip olması gereklidir (Ajgar, vd., 2022, s. 3). Söz konusu önerilere rağmen risklerin devam ettiği Metaverse'ün daha da popülerleşmesi ile; para dolandırıcılığı, veri hırsızlığı, çocuğa cinsel istismar, taciz, cinsel istismar, takip, siber-fiziksel saldırı, terörizmi güçlendirme gibi toplumun güvenliğini tehdit edecek birçok suçun ortaya çıkacağı anlaşılmaktadır (Interpol, 2022, s. 3). Metaverse kullanıcılarının, sanal alanda görülmesi muhtemel suçların önlenmesi amacıyla ilgili yetkililerin bir araya gelerek bazı yaptırımları göz önünde bulundurmaları gerektiği konusunda hemfikir oldukları görülmüştür.

Bu kapsamdaki kanunların bireylerin genel güvenliğini sağlayan ve diğer bireylerin veya grupların tacizine karşılık vatandaşlık hakkını güvence altına alan bir amaçla ortaya çıktığı ifade edilebilir. Söz konusu kanunların gerçek hayatta ve internet ortamında uygulandığı görülmekte ancak Metaverse ortamının sunduğu anonimlik özelliği ile işlenen suçların faillerini bulma konusunda bazı sorunların yaşandığı söylenebilir. Dolayısıyla Metaverse ortamında görülen suçlar ve uygulanan cezalar ile ilgili az sayıda çalışmaya/habere ulaşılabilmiş, söz konusu çalışmalar/haberler aşağıda verilmiştir:

- 30 yaşında Güney Koreli bir adam yaşını göstermeyen bir avatar ile Metaverse ortamında reşit olmayan bireylerden vücutlarının fotoğraflarını göndermelerini istemiş bunun sonucunda Güney Kore hükümeti 4 yıl hapis cezasının yanında, 7 yıl

boyunca engellilerin ve gençlerin içinde bulunduğu herhangi bir kurumda çalışma yasağı ve 80 saat süren cinselliğe yönelik tedavi programına katılma zorunluluğu getirmiştir (Park, 2022).

- Second Life platformu 2007 yılında bir cinsel taciz/tecavüz olayına sahne olmuş, birçok birey söz konusu olayın bir senaryodan ibaret olduğunu düşünse de Belçika polisi tarafından failin bulunması amacıyla soruşturma başlatılmıştır (Europol, 2022, s. 16).
- Bir çalışmada ABD Yüksek Mahkemesinin 30 yıl önce işlediği cinsel taciz vakası örnek verilmiş ve karar sırasında cinsel taciz hem öznel hem de nesnel olarak saldırgan davranışları sergileme şeklinde tanımlanmıştır. Çalışma özelinde ise Metaverse’ün söz konusu iki özelliği de içerisinde barındırdığı ifade edilmiştir (Taylor, 2022, s. 4).
- Bir diğer çalışmada ise sanal alanda bulunan suçların TCK (Türk Ceza Kanunu) özelinde değerlendirildiği görülmüş ve 5237 sayılı TCK’nın 226. maddesi ile sanal ortamda çocuk taklidi yapan veya çocukların fotoğraflarını yayınlayan kişilerin beş yıldan on yıla kadar hapis cezası alabilecekleri, TCK’nın 105. maddesinde ise olayın cinsel taciz olarak değerlendirilebilmesi için fiziksel şartın aranmadığı göz önünde bulundurularak sanal ortamda yaşanan cinsel taciz olayının da söz konusu madde kapsamında tartışılmasının yararlı olacağı öngörülmüştür (Soysal, 2023, s. 37).

Metaverse ortamında deneyimlenen tüm negatif olayların, bireylerin, özellikle de gençlerin hafızasında olumsuz sonuçlara yol açtığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda Güney Kore’nin geliştirdiği Zepeto platformu ile “InHope” kuruluşunun el ele vermesi sonucunda toplamda 46 ülkede çocuklara ve gençlere yönelik cinsel istismarı veya zorbalığı bildirmek amacıyla yardım hattının kurulduğu, konuya ilişkin danışmanlık servisinin sunulması mental sağlık üzerinde iyileştirme sağlandığı görülmektedir (Naver, 2022). Metaverse ortamında gezinirken bireylere etik ilkeler, bazı öneri ve kullanım ipuçları gibi birçok çözüm yolundan bahsedilmiş, ancak dünya genelinde uygulanan yaptırımların yetersizliği ve bireylerin söz konusu önerilere uyum sağlamakta güçlük çekmeleri nedeniyle, sanal ortamda yaşanan risklerin önünün kesilmesi konusunda yetersiz kalındığı görülmektedir. Sonuç olarak söz konusu tüm durumun netlik kazanması amacıyla Snow Crash romanında;

Metaverse açık ve savunmasızdır; bombalar ve metal dedektörlerinden önceki havaalanları gibi, saldırı tüfekli suikastçılardan önceki ilkokullar gibi. Herkes içeri girebilir ve istediğini yapabilir. Polis yoktur. Kendinizi savunamazsınız, kötü adamların peşinden gidemezsiniz. Bunu değiştirmek için çok çalışmak gerekecek: tüm Metaverse'ün gezegensel ve kurumsal ölçekte gerçekleştirilecek temel bir yeniden tasarımı

ifadelerine yer verilmiştir (Stephenson, 1992, s. 4).



İKİNCİ BÖLÜM

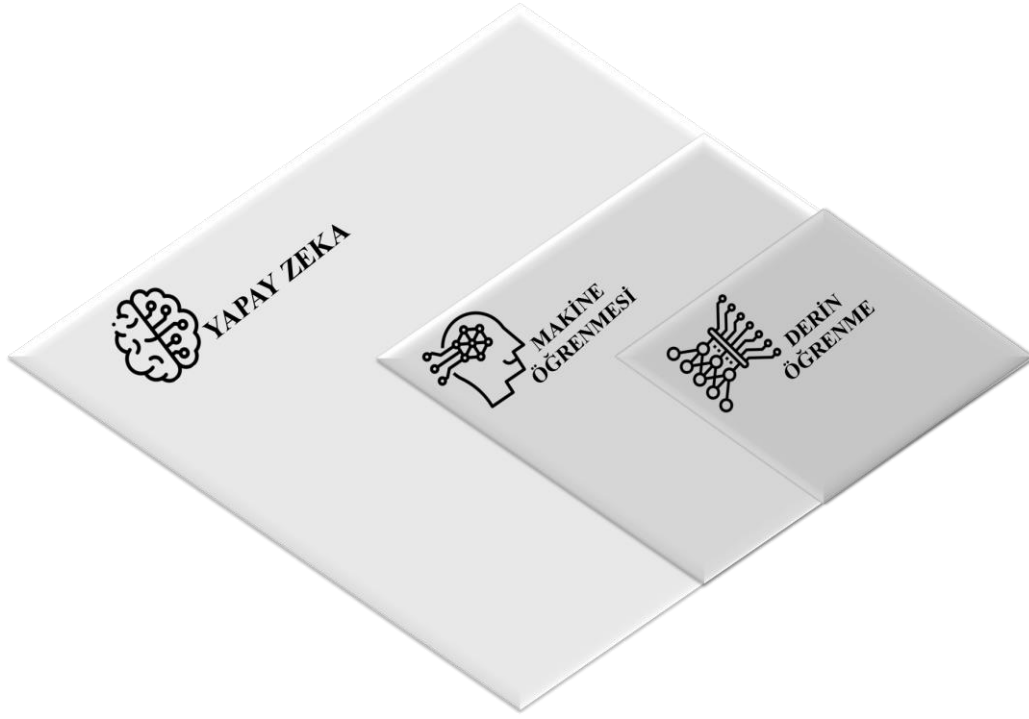
YÖNTEM

Bu çalışmada, bireylerin metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına yönelik bakış açılarının tahmini ve sınıflandırılması amacıyla makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan veri seti 2022-2023 eğitim öğretim yılında Aksaray Üniversitesi'nin farklı fakültelerinde öğrenim gören ön lisans - lisans - yüksek lisans - doktora öğrencilerine uygulanan 31 maddelik anket ile elde edilmiştir. Üniversitenin ilgili biriminden söz konusu anketin uygulanabilirliğine yönelik 24.08.2022 tarihli 2022/01-22 sayılı etik kurul kararı ile gerekli izinler alınmıştır (EK. 2). 31 öznitelik ve 684 örnekten oluşan ve .xlsx formatında çekilen veriler üzerinde öncelikle veri ön işleme işlemleri, ardından Weka programı aracılığıyla 4 farklı boyut indirgeme yöntemi uygulanmış ve .csv formatına dönüştürülmüştür. Masaüstü grafik kullanıcı arayüzü olan Anaconda Navigator aracılığıyla açık kaynaklı web uygulaması Jupyter Notebook üzerinde “PyCaret” kütüphanesi ile boyut indirgeme uygulanmış .csv formatlı veri setleri klasik makine öğrenmesi yöntemleri ile “doğruluk”, “AUC”, “hassasiyet”, “kesinlik”, “f1 - skoru”, “Kappa”, “MCC” ve “TT (sec)” metrikleri kapsamında analiz edilmiştir.

2.1. Makine Öğrenmesi

Geçmişten günümüze değişim gösteren teknoloji, bireylerin hayat standartlarında da önemli dönüşümleri beraberinde getirmiştir. Teknolojinin gelişiminde gün geçtikçe artan bir grafiğin varlığından söz edilmesi ile, önce birey-birey ve birey-makine, ardından makine-makine iletişiminin görüldüğü anlaşılmaktadır. Bu bağlamda iletişimde olduğu gibi öğrenme olgusunda da bireyler gibi hareket etme vizyonuna sahip olan makinelerin, geçmişten elde edilen bilgiler ışığında öğrenme ve gelişimlerine katkı sağlama gibi yetenekleri de bünyelerinde barındırdıkları ifade edilmektedir (Mahesh, 2020, s. 1). Makinelerde bulunan söz konusu beceriler ile bireylerin yaşam tarzlarındaki, seyahat, bilişim ve endüstri gibi birçok alanda kolaylığa gidildiği anlaşılmaktadır (Ribeiro, vd.,

2015, s. 2). Bu kapsamda makine öğrenmesi kavramının bireylere sunduğu katkının, özellikle de verilerin büyüklüğü söz konusu olduğunda azımsanmayacak kadar fazla olduğu söylenebilir. Birçok araştırmacı tarafından makine öğrenmesinin yapay zeka teknolojisi ile aynı olup olmadığı tartışılmış, bunun sonucunda yapay zekanın bir alt kümesi olabileceği konusunda fikir birliğine varıldığı anlaşılmıştır (Panch, vd., 2018, s. 2).

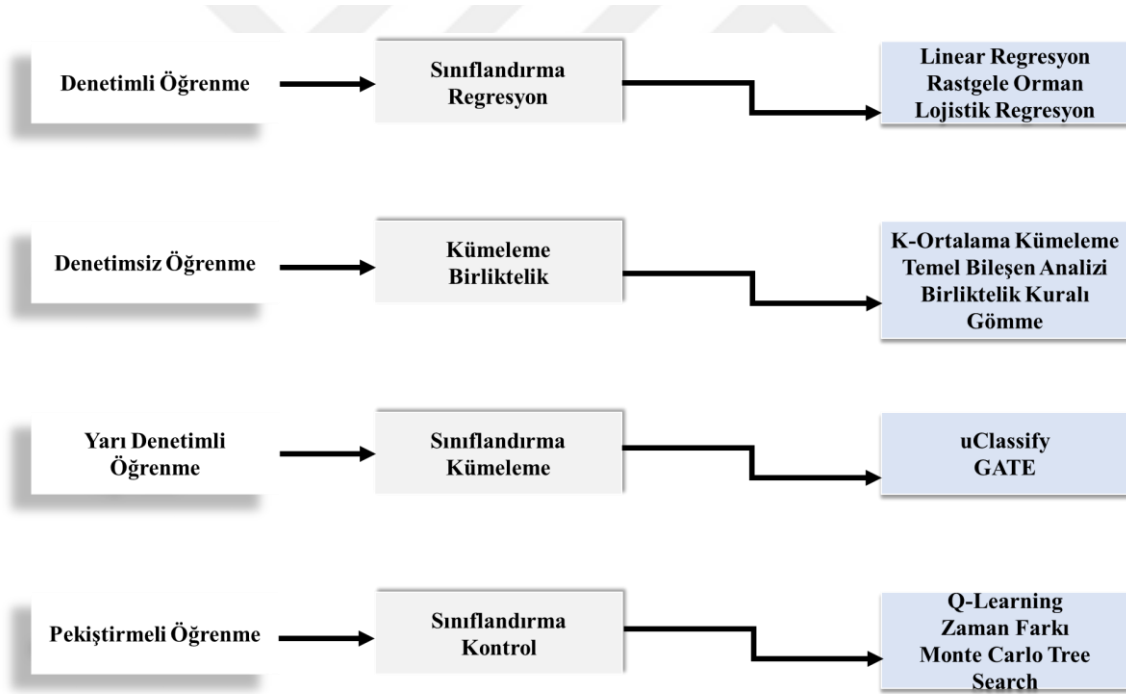


Şekil 5. Yapay Zeka/Makine Öğrenmesi/Derin Öğrenme (Srivastav, 2020)

1959 yılında makine öğrenmesi terimini literatüre kazandıran Arthur Samuel, söz konusu terimi, açıkça programlanmadan bilgisayarlara öğrenme yeteneği veren çalışma alanı şeklinde tanımlamaktadır (Mahesh, 2020, s. 1). Makine öğrenmesi kavramı tam olarak ortaya çıkmadan, söz konusu kavramın çalışma prensibini oluşturan bazı kilometre taşlarından söz etmek mümkündür. Bu kapsamda, 1950 yılında Alan Turing adlı bilim adamının oluşturduğu bir test ile insanlığın bir makine tarafından aldatılıp aldatılamayacağı kontrol edilmiş (Lassègue, 1996, s. 1), 1952 yılında Arthur Samuel tarafından, ilk bilgisayar öğrenme programı (self-learning) olarak anılan dama oyunu yazılmış (Samuel, 2000, s. 2), ardından 1957 yılında Cornell Havacılık Laboratuvar'ında psikolog olarak görev yapan Frank Rosenblatt tarafından, bilgisayar için ilk sinir ağı

olarak bilinen ve insan beyninin düşünce biçimini simüle eden “perceptron” (algılayıcı) oluşturulmuştur (Rosenblatt, 1958, s. 1).

Ribeiro, Grolinger ve Capretz (2015), makine öğrenmesi’nin hızla gelişim gösteren bilgisayar bilimi alanlarından biri olduğunu ifade etmektedirler. Söz konusu alanın, veriler aracılığıyla insan müdahalesine ihtiyaç duymayacak ya da çok az müdahale gerektirecek şekilde çeşitli sistemler oluşturduğu (Morales & Escalante, 2022, s. 145) ve verilerden öğrenme vizyonu (Mahesh, 2020, s. 1) algoritmalar aracılığıyla söz konusu veriler üzerinden tahminleri gerçekleştirdiği görülmektedir (Naeem, vd., 2023, s. 1). Makine öğrenmesi ile çeşitli yöntemlerin anlaşılması, eğitim şekli ve eğitim sürecinde alınan çıktının ulaşılabilirliği gibi faktörlere bağlı olarak birçok paradigmanın ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (Şekil (6)): Denetimli öğrenme, Denetimsiz öğrenme, Yarı denetimli öğrenme ve Pekiştirmeli öğrenme (Dhanaraj, vd., 2020, s. 67; Alzubi, vd., 2018, s. 7).

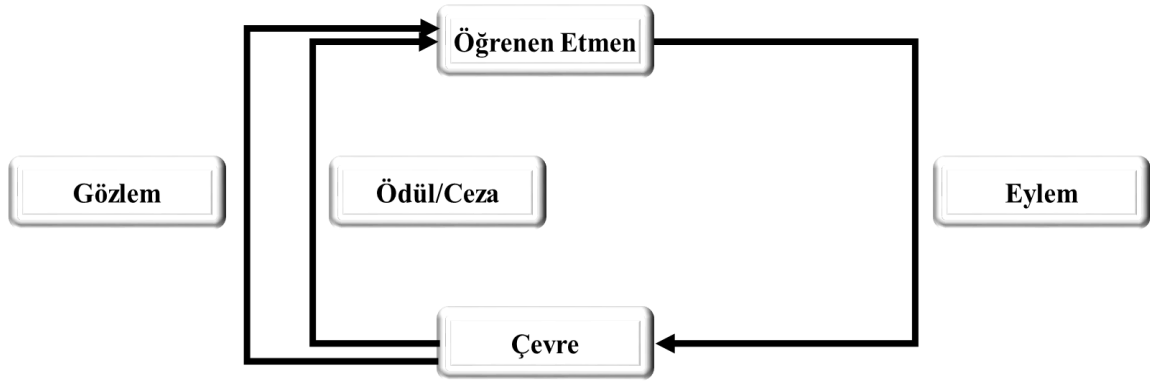


Şekil 6. Makine Öğrenmesi Paradigmaları (Kumar, 2023)

2.1.1. Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning)

Makine öğrenmesinin bir alanı olan pekiştirmeli öğrenmenin, istenen davranışları ödüllendirmeye, istenmeyenleri ise cezalandırmaya dayalı eğitim modeli olduğu ifade

edilmektedir (Carew, 2023). Eğitim verilerinin cevap anahtarına sahip olduğu dolayısıyla modelin kendisini doğru yanıtlarla eğittiği denetimli öğrenmenin aksine, pekiştirmeli öğrenmede herhangi bir yanıtın olmadığı ancak pekiştirmeli öznelere tarafından alınan kararların, verilmiş görevlerin yerine getirilmesi için ne yapılması gerektiği yönünde olduğu anlaşılmaktadır (GG, 2023). Bu kapsamda pekiştirmeli öğrenmede tipik ödül ve cezalandırmaları (çevreden alınan geri dönütler) içeren geri dönüş sistemleri ile öznenin, davranışları optimize ettiği ve çevreden (öznenin çalıştığı fiziksel dünya) öğrendiği ifade edilmektedir (Bhatt, 2018).



Şekil 7. Pekiştirmeli Öğrenme Çalışma Prensibi (Kanade, 2022)

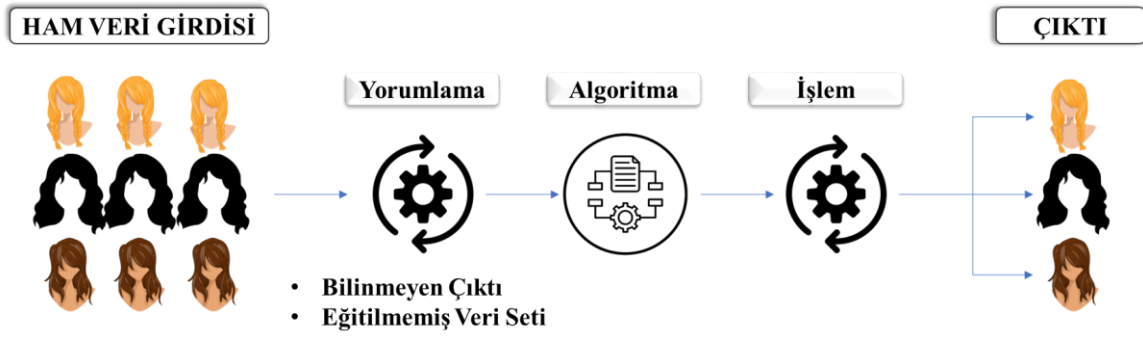
Davranışçı öğrenme kuramı (bireyden istenilen görevin doğru yapıp yapılmadığına bakılarak söz konusu bireye ödül ve ceza sistemlerinin uygulanması vb.) ile benzerlik gösteren pekiştirmeli öğrenme (AWS, 2023), kümülatif ödülün üst seviyeye çıkarıldığı, kural veya deterministik stratejilerin kullanıldığı *kurala dayalı pekiştirmeli öğrenme*, isteğe bağlı değer fonksiyonlarının maksimuma çıkarıldığı *değere dayalı pekiştirmeli öğrenme* ve her bir çevre için sanal modelin oluşturulduğu, bununla birlikte öznenin sınırlamalar çerçevesinde performans sağlamayı öğrendiği *modele dayalı pekiştirmeli öğrenme* olmak üzere üç farklı uygulama türünden oluşmaktadır (Brooks, 2023). Pekiştirmeli öğrenmenin, dünya hakkında sürekli öğrenmeyi ve insan tanımlı hedeflere ulaşmayı vizyon edinirken çevrenin keşfi ile ilgili yaşam boyu öğrenme, büyük verilerin varlığı ile verimliliği hakkındaki şüphelerin olması, maliyet açısından risk oluşturması, fazla zaman alması ve ödüllendirme sisteminde bulunan güvenlik açıklarının ortaya çıkması gibi birçok soruna zemin hazırladığı ifade edilmektedir (Meghmala, 2023).

2.1.2. Denetimsiz Öğrenme

Denetimsiz öğrenmenin, insan desteği olmadan veriden öğrenen bir makine öğrenmesi türü olduğu anlaşılmaktadır (Google Cloud, 2023). Etiketsiz verilerin kümelenmesi ve analiz edilmesi için makine öğrenmesi algoritmalarını kullanan denetimsiz öğrenme (IBM Think, 2023), bilgileri, benzerlikleri, farklılıkları ve modelleri üzerinden gruplandırma fikri ile çalışmaktadır (Pykes, 2023). Söz konusu etiketsiz verilerin çeşitliliği, bilinmeyen veya işlenmemiş verilerin sorgulanmasında kullanılabilirliği, model tespiti ve dağınık veri setleri ile mücadelede kullanışlılığı gibi birçok avantajı denetimsiz öğrenmeyi önemli kıldırdığı ifade edilmektedir (Naeem, vd., 2023, s. 1).

Denetimsiz öğrenmenin, yöntemlerin eğitim veri setlerinde bulunan modelleri belirlemeleri, giriş nesnelerini yapının belirlediği modeller doğrultusunda belirli sınıflara ayrılmasının sağlanması gibi amaçlar doğrultusunda çalıştığı anlaşılmaktadır (Wu, 2022, s. 3). Söz konusu yöntemler ile veri setlerinden faydalı özelliklerin veya bilgilerin alındığı ve veri setlerinin temel yapılarının analiz edildiği görülmektedir (Gillis, 2023). Bu bağlamda kendi kendine öğrenme yöntemini kullanan denetimsiz öğrenme (Pykes, 2023);

- Gerekli olan verilerin derlenmesi,
- Etiketlenmemiş verilerin anlaşılmasını sağlayacak şekilde modellerin eğitilmesi,
- Söz konusu modelin bir girdi kümesi özelinde performansının görülmesi amacı ile değerlendirilmesi olarak üç aşamada çalışmaktadır (GG, 2023).



Şekil 8. Denetimsiz Öğrenme'nin Çalışma Prensibi (GG, 2023)

Genel olarak denetimsiz öğrenme tekniklerinin; kümeleme, birliktelik kuralları ve boyut indirgeme olarak üç türden oluştuğu anlaşılmaktadır:

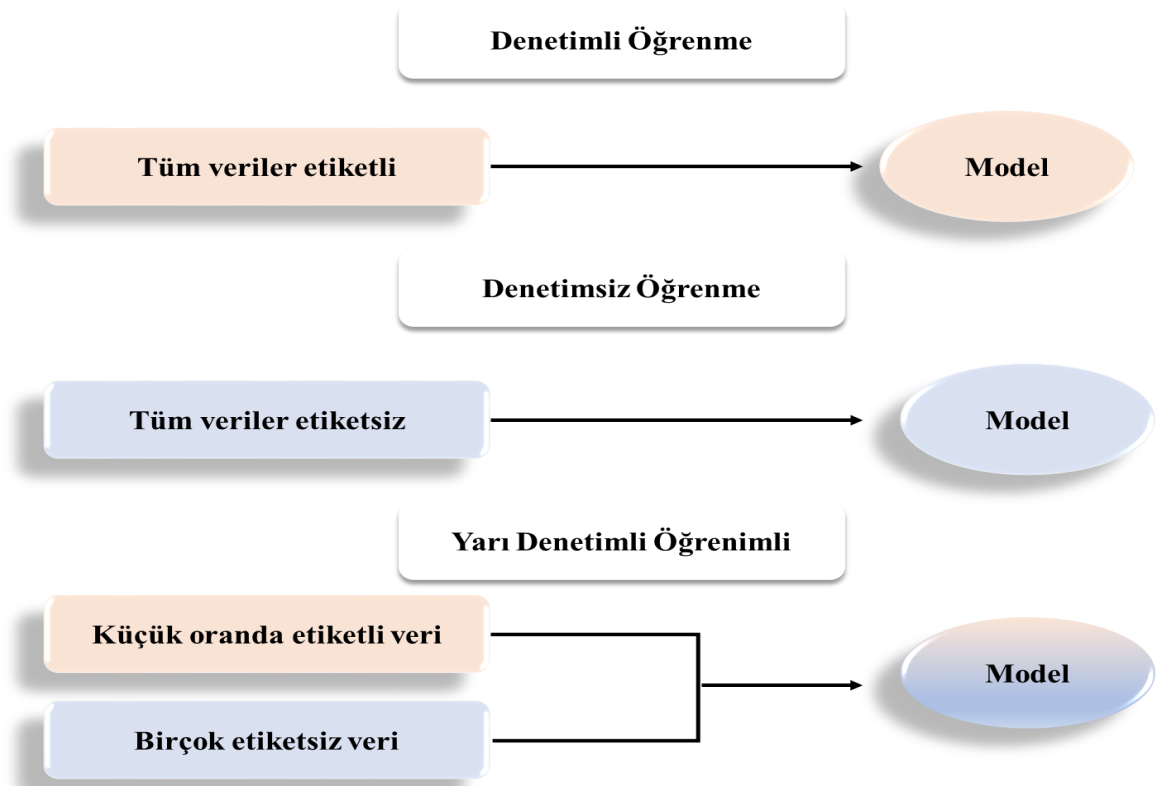
- **Kümeleme:** Ham, etiketsiz verileri keşfetme ve benzerliklerine veya farklılıklarına dayanarak gruplar halinde ayırmayı amaçlayan bir tekniktir. Müşteri seçimi, dolandırıcılık tespiti ve görüntü analizlerini içeren çeşitli uygulama alanlarında kullanıldığı anlaşılmaktadır. Kümelenmemiş verilerde bulunan benzer yapıları veya modelleri bularak söz konusu verileri doğal gruplara ayırma işleminin gerçekleştirildiği ifade edilmektedir (Serra & Tagliaferri, 2019, s. 1).
- **Birliktelik Kuralları:** Büyük veri setlerinde bulunan veri noktaları arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarıldığı kurala dayalı bir yaklaşımdır. Söz konusu yaklaşımın sıklıkla market sepet analizi için kullanıldığı, bunun sonucunda şirketlere farklı ürünler arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılma fırsatı sunduğu ifade edilmektedir (Google Cloud, 2023). Amazon'un "bu ürünü alan müşteriler ayrıca şunu da aldı" ifadesi veya Spotify'nın "Discover Weekly" çalma listesi gibi örneklerin birliktelik kuralları sisteminde yer aldığı ifade edilirken söz konusu sistemi oluşturan Apriori başta olmak üzere birden çok algoritmanın bulunduğu görülmektedir: Eclat, FP-Growth (IBM Think, 2023).
- **Boyut İndirgeme:** Boyut indirgeme, veri setinden önemli öznitelikleri belirleyerek hazır olan rastgele özniteliklerin sayısı ve boyutlarını azaltmayı hedefleyen denetimsiz öğrenme tekniğidir. Söz konusu yöntemin, ham verilerdeki özelliklerin bütünlüğünü bozmadan veri giriş sayısında azaltmaya gitmek için tekil değer

ayrıştırma (SVD) ve temel bileşen analizi (PCA) algoritmalarını kullandığı görülmektedir (Pykes, 2023).

Verilerde etiketli olma zorunluluğunu taşımayan, daha önce bilinmeyen modelleri bulma kapasitesine sahip olan ve bakılacak şey söylenmeden veride bulunan ilişkileri ve modelleri bulma konusunda yarar sağlayan denetimsiz öğrenmenin; sonuçlarda sıklıkla daha az doğruluğa sahip olma, kayıp/aykırı değerleri ve gürültülü verileri içeren veri kalitesinde hassasiyete sahip olma, etiketli veriler olmadan söz konusu modellerin performans değerlendirmelerinde zorluklarla karşılaşma vb. birçok dezavantaja sahip olduğu anlaşılmaktadır (GG, 2023).

2.1.3. Yarı Denetimli Öğrenme

Yarı denetimli öğrenmenin, tahmine dayalı modeli eğitmek için az miktarda etiketli veri ile çok miktarda etiketsiz verinin kullanıldığı makine öğrenmesi tekniği olduğu ifade edilmektedir (Brownlee, 2020). Bu bağlamda etiketli verinin kullanıldığı denetimli öğrenme ile etiketsiz verinin kendisini insan yardımı olmadan gizlenmiş modeller, farklılıklar ve benzerlikleri ortaya çıkarmaya çalışan denetimsiz öğrenme arasında köprü görevi gören yarı denetimli öğrenmenin, söz konusu makine öğrenmesi türlerinde (denetimli/denetimsiz) bulunan temel zorlukları çözme amacı taşıdığı anlaşılmaktadır (Altexsoft, 2024). Yarı denetimli öğrenme tekniğinin, sınıflandırma ve regresyondan kümeleme ve birlikteliğe kadar çeşitli yöntemlerle çalıştığı (Potrimba, 2022), aynı zamanda yalnızca etiketli eğitim örneklerine uyan denetimli öğrenme tekniğinden daha iyi performans gösterebileceği ifade edilmektedir (Brownlee, 2020).

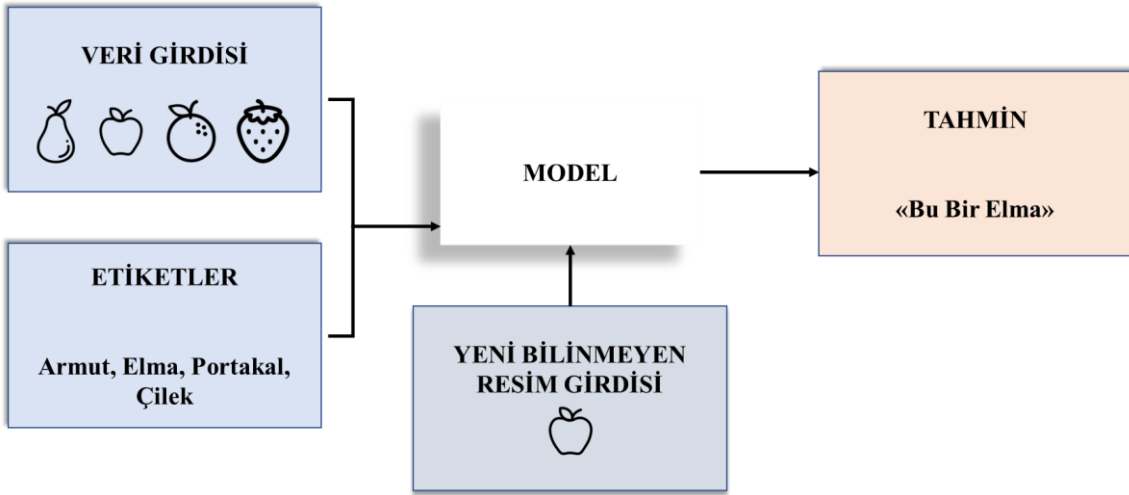


Şekil 9. Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Karşılaştırması (Altexsoft, 2024)

Yarı denetimli öğrenmeyi oluşturan çekirdek fikrin, veri noktasına etiketli olup olmamasına göre farklı sonuçlar ürettiği ifade edilmektedir: model ağırlıklarının yükseltilmesi amacıyla geleneksel denetlemenin yer aldığı etiketli veri noktaları ile diğer benzer eğitim örnekleri arasındaki tahminlerde bulunan farklılıkların en aza indirildiği etiketsiz veri noktaları kullanılmaktadır (Bewtra, 2022). Active Learning, RAS-CO (Random Subspace Method for Co-training), Expectation-Maximization gibi yöntemleri kullanan yarı denetimli öğrenmenin kolay uygulanan örneklerinden birinin self-training olduğu görülmektedir (Dave, vd., 2022, s. 7). Söz konusu self-training yönteminin denetimli öğrenme tekniği olan sınıflandırma ve regresyondan herhangi birini seçebilen, yarı denetimli bir şekilde çalışmak için geliştirilen, aynı zamanda etiketli ve etiketsiz veriden avantaj sağlayan bir işlem olduğu ifade edilmektedir (Altexsoft, 2024).

2.1.4. Denetimli Öğrenme

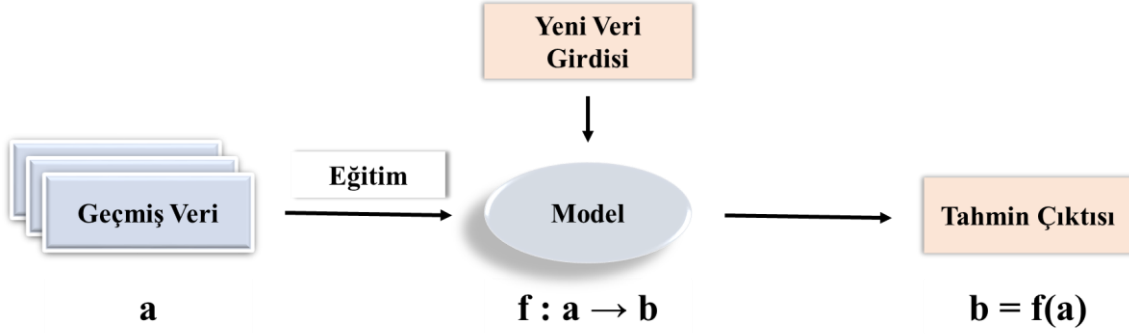
Makine Öğrenmesi’nde kullanılan verilerin etiketli (yöntemlerin eğitildiği bölüm, eğitim olarak da ifade edilmektedir) ve etiketsiz (eğitilen yöntemlerin test edilmesi için kullanıldığı bölüm, test olarak da adlandırılmaktadır) olmak üzere iki farklı türden oluştuğu anlaşılmaktadır (Bilgin, 2017, s. 1). Etiketli veriler aracılığıyla eğitimin gerçekleştiği, bunun sonucunda öğrenmenin sağlandığı denetimli öğrenme, sonucu (çiçek veya hayvan görseli) ve sonucun etiketini (çiçeğin adı, hayvanın adı vb.) gösteren bir veri kümesine sahip öğrenme çeşidi olarak ifade edilmektedir (Loukas, 2020). Söz konusu öğrenme türünün çalışma prensibi Şekil 10’da gösterilmektedir.



Şekil 10. Denetimli Öğrenmenin Çalışma Prensibi (Loukas, 2020)

Denetimli öğrenme modelinde, giriş (girdi öznelikleri - x) ve çıkış (hedef değişkenleri - y) arasında bulunan ve $y = f(x)$ formülü ile ifade edilebilen ilişki (eşleme fonksiyonu) öğrenilirken, tahmin edilen değer (y^*) ile gerçek değer (y) arasındaki farkın belirlenmiş eşik değerinin altında olduğu görüldüğünde söz konusu öğrenmenin durduğu anlaşılmaktadır (Morales ve Escalante, 2022, s. 146). Bu bağlamda x ve y arasındaki eşlemenin sabit olduğu, dolayısıyla giriş ve çıkış değerleri arasındaki ilişkinin tamamen aynı kaldığı ve önceki veriler aracılığıyla öğrenilen bilgilerin (eşlemenin) yeni veriler için de uygulanabilir olduğu görülmektedir (Arat, 2022). Ayrıca örneklerle veya örneklerden öğrenme olarak da ifade edilen denetimli öğrenme, çıkış etiketlerinin kesikli

olduğu “sınıflandırma” ve sürekli olduğu “regresyon” adı verilen algoritmalar şeklinde kategorize edilmektedir (Alzubi, vd., 2018, s. 8).



Şekil 11. Denetimli Öğrenme Modeli (eşleme fonksiyonu) (Brownlee, 2020)

2.1.4.1. Regresyon

Girdi ile çıktının geliştirici tarafından makineye verildiği ve aralarındaki ilişkiyi öğrenme esaslı çalışan denetimli öğrenme modelinin alt kümesinde yer alan regresyonun, “girdilerin gerçek değerlere eşlenmesi” amacının gözetildiği bir sistemle çalıştığı görülmektedir (Öztemel, 2006, s. 25; Nasteski, 2017, s. 2). Regresyon modelinde, bir bireyin yaşı, kilosu, boyu vb. çeşitli demografik özelliklerinin yanında hava durumu, araba modeli, telefon fiyatı gibi diğer değerlerin de tahminlerine atıfta bulunulmakta, söz konusu çıktıların ise sınırsız, nicel ve sürekli olduğu anlaşılmaktadır (Seldon, 2021). Regresyon modeli bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla kullanılan istatistiksel bir yaklaşımdır (Nasteski, 2017, s. 6). Bu bağlamda çıktıları tahmin etmeyi ana amaç edinen regresyon modelinin (Lawton, 2023), basit ve çoklu olmak üzere iki ana türe sahip olduğu anlaşılmaktadır:

Basit Regresyon: Basit bağımsız değişkene dayalı, sürekli bağımlı değişkeni tahmin etmek için kullanılmaktadır. Basit doğrusal regresyonun yalnızca basit bağımsız değişkenin varlığı söz konusu olduğunda kullanılması gerektiği ifade edilmektedir.

Çoklu Regresyon: Çoklu bağımsız değişkenlere dayalı sürekli bağımlı değişkenin tahmininde kullanılmaktadır. Çoklu doğrusal regresyonun sadece çoklu bağımsız değişkenlerin varlığında kullanılması gerekmektedir (Kurama, 2023).

Basit Doğrusal Regresyon	$y = a_0 + a_1x_1$
Çoklu Doğrusal Regresyon	$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_nx_n$
Polinomal Doğrusal Regresyon	$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + \cdots + a_nx_1^n$

Şekil 12. Regresyon Türleri Hesaplamaları (Kumar, 2018)

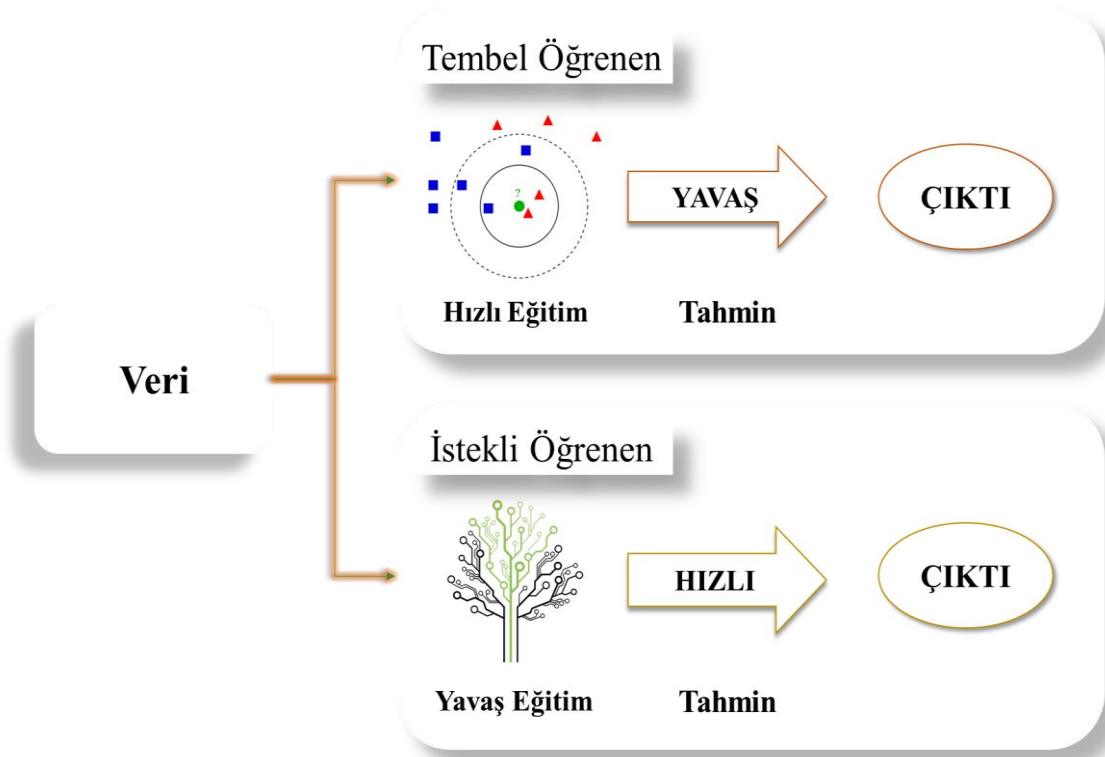
Birçok farklı türe sahip olan regresyon algoritmalarının sıklıkla kullanıldığı alanlardan bazılarına; en yaygın ve en kolay kullanımının olduğu, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında doğrusal bir ilişkiye atıfta bulunan *doğrusal regresyon* (linear regression), bir yandan söz konusu değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri modellerken diğer yandan karmaşık ilişkileri yakalayan *polinom regresyon* (polynomial regression) ve modelin performansını geliştirmek amacıyla topluluk metodunu kullanırken çoklu karar ağaçlarını bir araya getirerek bağımlı değişkenin tahminini gerçekleştiren *rastgele orman regresyonu* (random forest regression) örnek olarak verilebilir (Chen, 2021).

2.1.4.2. Sınıflandırma

Sınıflandırma, girdi verileri ile etiketleri doğru tahmin etmeyi deneyen denetimli makine öğrenmesi yöntemidir (Kathole, vd., 2019, s. 2). Diğer adı alt-popülasyonlar olan önceden ayarlanmış kategoriler ile bazı nesne ve fikirleri tanıma, anlama ve gruplandırma süreci olarak tanımlanan sınıflandırma yönteminde, model, eğitim verilerini kullanarak tamamen eğitilmekte ve sonraki süreçte bilinmeyen yeni veriler üzerinde tahmin uygulanabilmesi için kullanılmadan önce test verilerine göre

değerlendirilmesi sağlanmaktadır (Banoula, 2023). Sınıflandırma algoritmalarının, takip eden verilerin önceden belirlenmiş kategorilerden birine girme olasılığını tahmin etmek amacıyla girdi eğitim verilerini kullandıkları görülmektedir. Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma uygulamalarından birisinin, mail servis sağlayıcıları tarafından kullanılan ve mailleri “spam” veya “spam olmayan” şeklinde filtreleyen bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (GG, 2024). “Desen Tanıma”nın benzer bir formu olan sınıflandırma yönteminde, eğitim verisi tarafından gelecekteki veri setleri içerisinde aynı desenlerin (benzer sayı dizileri, kelimeler, görüşler vb.) bulunmasına katkı sağladığı anlaşılmaktadır (Banoula, 2023).

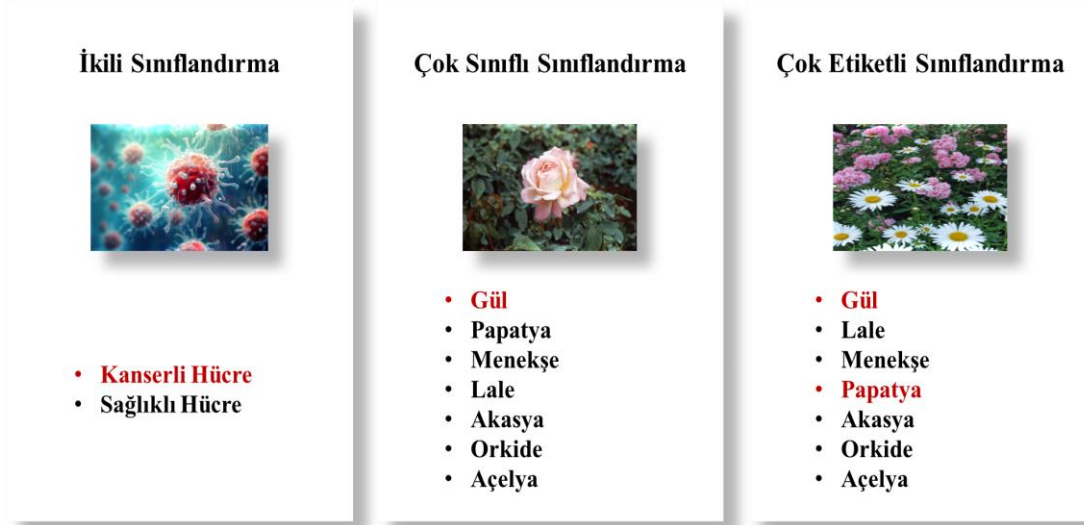
Eğitim verilerine dayanarak sınıflandırma algoritması, yeni gözlemleri kategorize etmek için kullanılan bir denetimli öğrenme yöntemidir. Sınıflandırma yönteminde, program çeşitli sınıflar veya gruplar içerisinde bulunan yeni gözlemlerin nasıl kategorize edileceğini (0-1, yeşil-sarı, evet-hayır vb.) öğrenmek için sağlanan, gözlemler veya veri setleri kullanılmaktadır. Etiketler, hedefler veya kategorilerin tümünün sınıflamaları tanımlamak için kullanılabilecekleri ifade edilmektedir. Girdi ve çıktı bilgilerinden oluşan sınıflandırma algoritmalarının, denetimli öğrenme yöntemi olması sebebiyle etiketli girdi verilerini kullandığı görülmektedir (Ramakrishnan, 2023). Makine öğrenmesi yöntemi olan sınıflandırmanın iki tür öğreneninin olduğundan bahsetmek mümkündür. Bunlar; lazy learners ve eager learners.



Şekil 13. Sınıflandırma Yönteminin Çalışma Prensibi (GG, 2024)

- **Lazy Learners:** Instance-Based Learners olarak da adlandırılan Lazy Learners'ın, eğitim verisinden hiçbir modeli hızlıca oluşturmadığı, lazy bakış açısının da buradan geldiği ifade edilmektedir. Eğitim veri setini, test veri setinin ulaşmasını beklemeden önce depolamaktadır. Eğitimde daha az zaman harcanırken tahminde bu süre uzamaktadır. Söz konusu yöntemin kullanıldığı algoritmalar arasında KNN ve Case-based Reasoning'in olduğu görülmektedir (Sen, vd., 2020, s. 116).
- **Eager Learners:** Gelecekteki veri setleri üzerinde herhangi bir tahmin yapılmadan önce eğitim veri setlerinden model inşa eden bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Ağırlıkları öğrenme ile eğitim sırasında daha iyi bir genellemeye sahip olmak amacıyla aceleciliklerinden dolayı eğitim sırasında daha fazla zaman harcamaktadırlar. Ancak tahmin yapmak için daha az zaman gerektirmektedirler. Birçok makine öğrenmesi algoritmasının eager öğreneni olduğu ifade edilmektedir. Söz konusu algoritmalarla örnek olarak, Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makinesi, Karar Ağaçları, Yapay Sinir Ağları vb. verilebilir (Shukla, 2024).

Makine öğrenmesi yöntemlerinden olan sınıflandırmanın dört ayrı görevinin bulunduğu, söz konusu görevlerin; binary sınıflandırma, multi-class sınıflandırma, multi-label sınıflandırma ve imbalanced sınıflandırmadan oluştuğu görülmektedir. Bu kapsamda dört göreve ait açıklamalar aşağıdaki gibidir:



Şekil 14. Sınıflandırma Çeşitleri (Paul, 2019)

- Binary Sınıflandırma: Binary sınıflandırma olarak adlandırılan iki sınıf etiketi ile birlikte çalışmaktadır. Örnek olarak; dönüştürme tahmini (satın al ya da alma), kayıp tahmini (kayıp veya değil), spam mailleri tespit etme (spam ya da değil). Söz konusu sınıflandırma problemleri sıklıkla normal ve anormal olmak üzere iki tür durumu temsil eden iki ayrı sınıfı gerektirmektedir. Bu bağlamda, anormal durum “spam” iken normal durum “spam değil”in bulunduğu senaryo ile normal durumun “kanser tanımlanamadı” ve anormal durum “kanser tanımlandı” şeklinde olduğu sağlık testini içeren bir başka senaryonun örnek olarak verilmesi mümkündür. Binary sınıflandırma algoritmaları olan, Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makinesi, Simple Bayes ve Karar Ağaçları en yaygın örneklerdendir (Kelta, 2022).
- Multi-Class Sınıflandırma: Multi-class etiketler, multi-class sınıflandırma olarak adlandırılan sınıflandırma görevlerinde kullanılmaktadır. Yüzleri kategorize etme, bitki türlerini sınıflandırma ve optik kullanarak karakter tanılama gibi örnekleri bulunan multi-class sınıflandırmanın, binary sınıflandırmanın aksine normal ve

anormal çıktı fikrine sahip olmadığı görülmektedir. Bunun yerine örnekler iyi bilinen birkaç sınıfa gruplanır. Bazı durumlarda, sınıf etiketlerinin sayısının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yüz tanıma sisteminde örnek olarak, söz konusu modelin, çekimlerde binlerce veya on binlerce yüzden birine ait olduğunu tahmin edebildiği ifade edilmektedir. Multi-class sınıflandırmasında kullanılan ve iyi bilinen algoritmalara örnek olarak, progressive boosting, Choice trees, Nearest K Neighbours, Rough Forest ve Simple Bayes verilmektedir (Roepke, 2022).

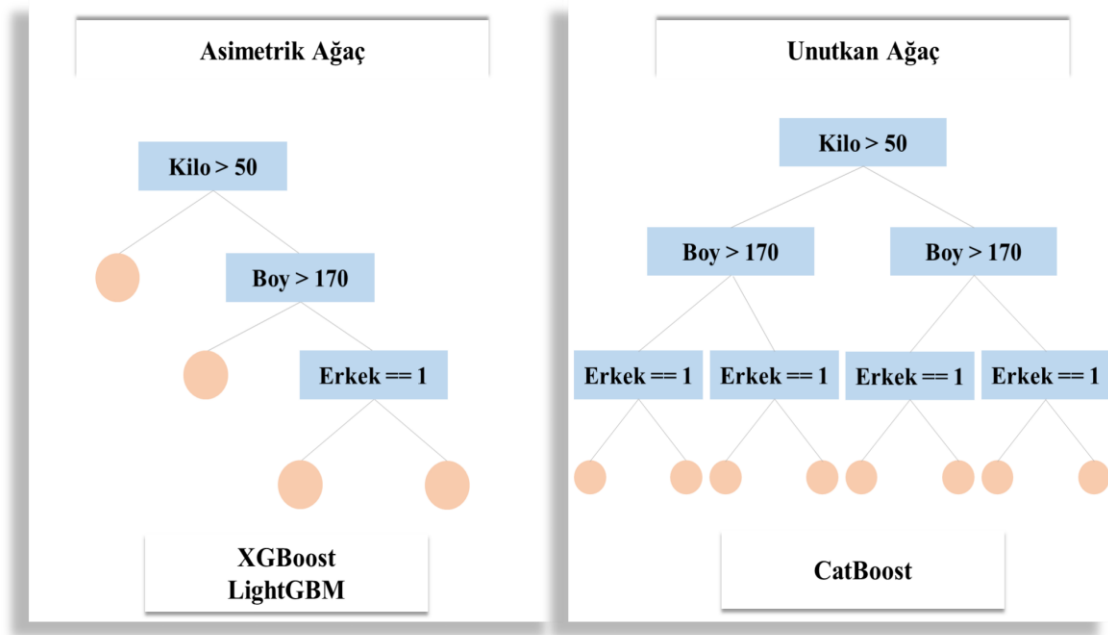
- **Multi-label Sınıflandırma:** Söz konusu sınıflandırmanın, iki veya daha fazla sınıf etiketi içeren ve her örnek için bir veya daha fazla sınıf etiketini tahmin etmeye izin veren bir problem olduğu ifade edilmektedir. Fotoğraf sınıflandırma örneği düşünüldüğünde, modelin bir fotoğrafta bulunan “insan”, “elma”, “bisiklet” gibi birçok varlığı tahmin edebildiği görülmektedir. Her bir durum için tek bir sınıf etiketini tahmin eden multi-label sınıflandırmanın, multi-class ve binary sınıflandırmalarından farklı olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu algoritma şunları içermektedir; Multi-label Gradient Boosting, Multi-label Random Forest ve Multi-label Decision Trees (Read, vd., 2011, s. 2).
- **Imbalanced Sınıflandırma:** Söz konusu sınıflandırmanın, her bir sınıfta örnek dağılımının eşit olmadığı sınıflandırma görevi olarak tanımlandığı görülmektedir (Kelta, 2022).

2.1.4.2.1. CatBoost (Categorical Boosting)

Yandex tarafından geliştirilen ve açık kaynaklı artırma kütüphanesi olan CatBoost, çok fazla sayıya sahip bağımsız özniteliklere uygulanan sınıflandırma ve regresyon problemlerinin kullanılabilmesi amacıyla tasarlanmıştır (CatBoost, 2018). Söz konusu algoritmanın, gradient boosting’in bir varyantı olduğu ve hem kategorik hem de numerik özniteliklerin üstesinden gelebildiği ifade edilmektedir. CatBoost algoritması, dengeli bölünmüş ağaç yapısını barındırması ile asimetrik bölünmenin gerçekleştiği XGBoost ve LghtGBM algoritmalarından ayrılmaktadır (GG, 2023; John, 2023). Kategorik verileri numerik verilere çevirmek için kullanılan “One-Hot Encoder” ve “Label Encoder” tekniklerini gerektirmeyen CatBoost, veri setindeki tüm performansı geliştirmek ve aşırı

uyumu azaltmak için kayıp değerlerle otomatik başa çıkan SWQS (symmetric weighted quantile sketch) algoritmasını kullanmaktadır (GG, 2024).

$$F(x) = F_0(x) + \sum_{m=1}^M \times \sum_{i=1}^N \times f_m(x_i) \quad (1)$$



Şekil 15. XGBoost/LightGBM/CatBoost Çalışma Prensipleri (John, 2023)

2.1.4.2.2. Rastgele Orman Algoritması

Toplu sınıflandırma yöntemleri, tek bir sınıflandırıcı yerine birden fazla sınıflandırıcıyı inşa eden ve yeni veri noktalarını, tahminlemelerinde oylama yaparak sınıflayan bir öğrenme algoritmasıdır. En sık kullanılan toplu sınıflandırıcılar arasında, torbalama (bagging), yükseltme (boosting) ve Rastgele Orman bulunmaktadır (Sruthi, 2024). Ağaç yapılı sınıflandırıcıların toplamı olarak ifade edilen Rastgele Orman algoritmasının, rastgeleliğin bulunduğu torbalama yönteminin gelişmiş bir versiyonu olduğu görülmektedir. Söz konusu torbalama yönteminde, değişime uğramış örnek eğitim verisinden farklı eğitim alt kümelerinin oluşturulduğu ve son çıktının çoğunluk oylamasına dayandığı anlaşılmaktadır. Rastgele Orman algoritması, tüm değişkenlerin arasından en iyi bölmeyi kullanarak her bir düğümü bölmek yerine, düğümden rastgele seçilen tahminleyicilerin alt kümesi arasından en iyisini kullanarak söz konusu düğümün bölündüğü bir sistem ile çalışmaktadır. Bu bağlamda değişime uğramış orijinal veri

setinden türeyen yeni veri setine uygulanan rastgele özellik seçimi sonucunda ağacın büyüdüğü, söz konusu ağacın budanmadığı, bunun sonucunda doğrulukta mükemmelliğin ortadan kalktığı anlaşılmaktadır (IBM Think, 2021). Makine öğrenmesinde bulunan sınıflandırma ve regresyon problemleri için kullanılan ve popüler bir denetimli makine öğrenmesi algoritması olan Rastgele Orman algoritmasındaki ağaç sayılarının, söz konusu yöntemdeki doğruluk ve problem çözme yeteneği ile doğru orantılı olduğu ifade edilmektedir (Simplilearn, 2023). Bu kapsamda modelin performansını geliştirmek ve problem karmaşıklığını çözmek amacıyla çoklu sınıflandırıcıları birleştiren Rastgele Orman algoritmasının çalışma prensibi şu şekildedir (GG, 2024):

- Girdi verisi veya eğitim setinden rastgele bir örnek seçilir.
- Söz konusu algoritmada her bir eğitim verisi için bir karar ağacı inşa edilir.
- Her karar ağacı birer çıktı sunar.
- Son olarak, sınıflandırma ve regresyon yöntemleri için sırasıyla çoğunluk oylaması ya da ortalama dikkate alınır.

Rastgele Orman algoritması, hızlı olması, aşırı uyumu önlemesi, kullanıcının istediği kadar çok ağaç formunu mümkün kılması ve regresyon için *sürekli*, sınıflandırma için *kategorik* değişkenleri içeren veri seti ile başa çıkabilmesi yönüyle önemli yöntemlerden biri haline gelmektedir. Bu kapsamda söz konusu algoritmanın; *çeşitlilik*, *boyutsallığın lanetine karşı bağışıklık*, *paralleleştirme*, *eğitim-test ayrımı* ve *kararlılık* gibi ek özelliklerinin de bulunduğu görülmektedir (Sruthi, 2024);

- **Çeşitlilik:** Tek bir ağaç oluşturulurken tüm değişkenler veya öznitelikler dikkate alınmaz; her ağaç farklıdır.
- **Boyutsallığın lanetine karşı bağışıklık:** Her bir ağacın tüm özellikleri dikkate almadığı zaman özellik uzayının azaltıldığı görülmektedir.
- **Paralleleştirme:** Her ağaç farklı veri ve niteliklerden bağımsız bir şekilde oluşturulur. Bu, rastgele ormanların inşasında CPU'nun tamamen kullanılabileceği anlamına gelmektedir.
- **Eğitim-Test Ayrımı:** Rastgele Ormanda karar ağacı tarafından görünmeyen verinin %30'u her zaman var olduğundan söz konusu veriyi test ve eğitim şeklinde ayırma zorunluluğu bulunmaktadır.

- Kararlılık: Kararlılık, çoğunluk oylaması/ortalamaya dayalı sonuçlardan dolayı ortaya çıkar.

$$E(D) = -\sum_{k=1}^m p_i \log_2(p_i) \quad (2)$$

2.1.4.2.3. Extra Trees Algoritması

Extremely Randomized Trees'in kısaltması olan Extra trees, "AutoML- Eğitim Verme Aracı" tarafından uygulanan ve karar ağaçlarını kullanan toplu denetimli makine öğrenmesi yöntemidir (Budu, 2023). Extra Trees algoritması, eğitim süresince tüm veri setine birçok karar ağacı inşa etme konusunda Rastgele Orman algoritmasına benzer ancak değişme gerçekleşmeden her bir ağaç için örnekleme rastgele olması ve hızlı bir sürecin yaşanması yönüyle söz konusu algoritmadan ayrılmaktadır. Benzersiz örneklerle her bir ağaç için bir veri seti oluşturan Extra Trees algoritmasında, toplam öznitelik kümesinden belirli sayıda öznitelik her bir ağaç için rastgele seçildiği anlaşılmaktadır. Extra Trees'in en önemli ve benzersiz özelliği, öznitelik için ayrılma değerinin rastgele seçimidir. Bu bağlamda verileri bölmek için entropi ya da Gini ölçülerini kullanan söz konusu algoritmanın, yerel olarak en uygun değeri hesaplamak yerine ağaçları çeşitlendirdiği ve korelasyonsuz bir hale getiren ayrık değerleri rastgele seçtiği görülmektedir (GG, 2023).

Sapmaların azaltılması, Extra Trees'in temel avantajını oluştururken, söz konusu bu süreç, ağaçların inşası boyunca, tüm veri setinden örnekleme yapıldığı anlamına gelmektedir. Söz konusu sapmanın önlediği Extra Trees algoritmasında, her bir karar ağacının inşa edildiği sırada düğümlerin rastgele bölündüğü görülmektedir. Extra Trees'in diğer bir avantajı ise varyansı azaltmaktır. Bu süreç karar ağaçları kapsamında düğümlerin rastgeleleştirilmiş bölünmelerinin bir sonucudur, bundan dolayı algoritmanın veri setinde bulunan belirli öznitelik ve desenlerden aşırı derecede etkilenmediği anlaşılmaktadır. Rastgele Ormana benzer şekilde Extra Trees algoritmasının da sınıflandırma ve regresyon görevlerinde uygulanabildiği görülmektedir. Bazı durumlarda Extra Trees algoritmasının önemli olduğu düşünülen "öznitelik seçimi" için de kullanıldığı ifade edilmektedir (Budu, 2023).

$$Gini Impurity = \sum_{j=1}^O f_j(1 - f_j) \quad (3)$$

$$Entropy = \sum_{j=1}^O -f_j \log(f_j) \quad (4)$$

2.1.4.2.4. Lojistik Regresyon

Lojistik Regresyon, çıktı, eylem ya da gözlem olasılığının tahmin edildiği, ikili sınıflandırma görevlerini gerçekleştiren bir denetimli makine öğrenmesi algoritmasıdır (Saini, 2024). Bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi analiz eden ve veriyi ayrık sınıflara ayıran Lojistik Regresyon algoritmasının söz konusu yöntemleri, kapsamlı olarak örneklerin belirli bir kategoriye ait olup olmadıklarının matematiksel olasılıklarını tahmin eden, tahminleme modelinde kullanılmaktadır. Lojistik Regresyon modeli, iki olası çıktıyla sınırlandırılmış ikili çıktıyı (evet/hayır, 0/1, doğru/yanlış vb.) sunmaktadır. Bu bağlamda, 0 negatif, 1 ise pozitif sınıfı temsil etmektedir. Lojistik Regression, çıktı değişkenlerinin iki kategorisinden (0,1) birini ortaya çıkardığı ikili sınıflandırma probleminde sıkça kullanılmaktadır (IBM Think, 2021). Lojistik Regression analizi makine öğrenmesi alanında çeşitli avantajlara sahiptir:

- Doğrusal olarak ayrılabilir veri setleri için uygundur: Lojistik Regresyonda y değişkeni yalnızca iki değer alır. Dolayısıyla, doğrusal olarak ayrılabilir veri kullanıldıysa, veri iki ayrı sınıfa etkili bir şekilde ayrılabilir.
- Makine öğrenmesi yöntemlerinin uygulanması daha kolaydır: Lojistik modelin regresyon algoritmasıyla eğitilmesi, daha yüksek hesaplama gücünü gerektirmez. Dolayısıyla, Lojistik Regresyon uygulama, yorumlama ve eğitimde diğer makine öğrenmesi yöntemlerinden daha kolaydır.
- Değerli bilgiler sağlar: Lojistik Regresyon, bağımsız/tahminci değişkenin (katsayı boyutu) ne kadar ilgili veya uygun olduğunu ölçer ve aynı zamanda söz konusu değişkenlerin ilişkilerinin veya birlikteliklerinin (pozitif ya da negatif) yönünü ortaya çıkarır.

Lojistik Regresyon, olasılık konseptine dayalı, istatistiksel bir yaklaşım olan ve bağımlı değişkenin (hedef) kategorik olduğu durumlarda kullanılan Lojistik Regresyon algoritmasının, olasılığı bir etikete dönüştürmek için sigmoid fonksiyonunu kullandığı görülmektedir:

Sigmoid Fonksiyonu: Olasılıklara göre tahmin edilen değerleri haritalamak için kullanılan matematiksel bir fonksiyondur. Fonksiyon, gerçek veriyi, aralığı 0 ve 1 olan başka bir veriye haritalama konusunda yeteneklidir (Kanade, 2022).

Diğer faktörlere bağımlı olan eylem veya sınıfların olasılıklarını tahmin eden, bu nedenle çıktısı her zaman 0 ve 1 arasında bulunan Lojistik Regresyon algoritmasının, binom, çok terimli ve sıralı olmak üzere üç türünün bulunduğu anlaşılmaktadır (Xlstat, 2017):

- Binom: Bağımlı değişkenlerde, yalnızca iki olası türün bulunduğu durumları kapsamaktadır; 0 veya 1, evet veya hayır gibi.
- Çok terimli (multinomial): Bağımlı değişkende, üç veya daha fazla olası sırasız tür bulunmaktadır; “kedi”, “köpek”, “koyun” vb.
- Sıralı: Bağımlı değişkenlerde, üç veya daha fazla olası sıralı türü sunmaktadır; “düşük”, “orta”, “yüksek” vb.

$$y = \frac{e^{(b_0+b_1x)}}{1+e^{(b_0+b_1x)}} \quad (5)$$

2.1.4.2.5. Doğrusal Diskriminant Analizi (LDA)

LDA, makine öğrenmesinde bulunan sınıflandırma görevleri için kullanılan bir denetimli öğrenme algoritmasıdır. Özniteliklerin veri setinde bulunan sınıfları en iyi ayıran doğrusal kombinasyonunu bulmak amacıyla kullanılan LDA algoritmasının, veriyi sınıflar arası ayrımı maksimize eden düşük boyutlu uzaya yansıtarak çalıştığı, söz konusu süreci sınıflar arası varyansın sınıf içi varyansa oranını maksimize eden doğrusal diskriminant kümesini bularak gerçekleştirdiği görülmektedir. Başka bir deyişle, verideki farklı sınıfları en iyi ayıran öznitelik uzayındaki yönleri bulan LDA, verinin Gauss dağılımına sahip olduğunu ve farklı sınıflardaki kovaryans matrislerinin eşit olduğunu varsaymaktadır. Kolay ve hesaplama açısından verimli bir algoritmadır. Öznitelik sayısının eğitim örneklerinin sayısından çok daha fazla olduğunda da iyi çalışabilir. Verideki çoklu bağlantıyla (öznitelikler arası korelasyon) başa çıkabilir. Verinin Gauss dağılımına her zaman sahip olmadığı durumlar söz konusu olabilir. Farklı sınıflardaki kovaryans matrislerinin eşit olmadığı bazı veri setleri bulunur. Yüksek boyutlu öznitelik uzayında iyi bir performans gösteremeyebilir (GG, 2024).

Normal Diskriminant Analizi veya Diskriminant Fonksiyon Analizi olarak da bilinen LDA'nın, üretken model çerçevesini takip ettiği ve boyutsal indirgeme yoluyla çoklu özniteliklerle çoklu sınıfları ayırdığı ifade edilmektedir. Bu kapsamda LDA'nın, her bir sınıf için veri dağıtımını modellediği ve yeni veri noktalarını sınıflandırmada Bayes'

teoremini kullandığı görülmektedir. LDA, girdi veri setinin özel bir çıktıya ait olma olasılığını hesaplamak amacıyla, başka bir olayın meydana gelmesi durumunda bir olayın olasılığını ifade eden koşullu olasılıkları hesaplayan Bayes teoremini kullanarak tahminleme yapmaktadır. LDA, eylemlerin veya nesnelerin iki veya daha fazla sınıfı ayırdığı/karakterize ettiği özniteliklerin doğrusal kombinasyonunu tanımlayarak çalışmaktadır. Daha kolay sınıflandırma yapabilmek için iki veya daha fazla boyutlu veriyi tek bir boyuta yansıtan ve bazı durumlarda boyut indirgeme olarak anılan LDA, çok yönlülüğüyle, ikili sınıflandırmayla sınırlı olan Logistic Regresyon'un aksine çoklu sınıf veri sınıflandırma problemlerinde kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu kapsamda boyutsal indirgeme ve sınıflandırma için doğrusal bir model olan LDA'nın, desen sınıflandırması problemlerinde öznitelik çıkarması için sıklıkla kullanıldığı ifade edilmektedir (IBM Think, 2024).

$$d_i^L(x) = -\frac{1}{2}\mu_i'\Sigma^{-1}\mu_i + \mu_i'\Sigma^{-1}x = d_{i0} + \sum_{j=1}^p d_{ij}x_j \quad (6)$$

$$d_{i0} = -\frac{1}{2}\mu_i'\Sigma^{-1}\mu_i \quad (7)$$

2.1.4.2.6. Gradient Boosting

Gradient Boosting, makine öğrenmesinde sınıflandırma ve regresyon görevleri için kullanılan bir yükseltme algoritmasıdır. Modeli sırayla eğiten ve her yeni modelin bir öncekini doğrulamaya çalıştığı toplu öğrenme algoritması türü olan Boosting (yükseltme), çeşitli zayıf öğrenenleri güçlü öğrenenlerle birleştirmektedir (Bentéjac, vd., 2021, s. 3). Yükseltme algoritmasının en popüler örneklerinden biri olan Gradient Boosting'in, dereceli alçalmanın kullanıldığı önceki modelde, mean squared error veya cross-entropy gibi kayıp fonksiyonunu minimize etmek için her yeni modelin eğitildiği, çeşitli zayıf öğrenenlerle güçlü öğrenenleri birleştiren güçlü bir yükseltme algoritması olduğu görülmektedir. Söz konusu modelin, her bir yinelemede, mevcut topluluğun tahminlerine göre kayıp fonksiyonu derecesini hesapladığı ve daha sonra söz konusu dereceyi minimize etmek için yeni zayıf modelini eğittiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda söz konusu yeni modelin tahminleri daha sonra topluluğa eklenmekte ve bu süreç durdurma kriteriyle karşılaşana kadar devam etmektedir. Tahminlenen çıktıya göre kayıp fonksiyonunun negatif derecesini hesaplayarak ağırlıkları güncelleyen ve aykırı derecelere hassaslığın daha az olduğu derecelere bağlı olarak ağırlıkları güncellemesiyle

genellikle daha güçlü olduğu ifade edilen Gradient Boosting algoritması, karar ağaçları ve doğrusal modeller gibi geniş bir temel öğrenen yelpazesini kullanmaktadır (GG, 2023). Gradient Boosting algoritması, regresyon, sınıflandırma, sıralama ve hayatta kalma analizi gibi birçok önemli görevlerde kullanılmakta ve söz konusu denetimli öğrenme görevlerinde doğruluğu ve performansının eşsizliği ile dikkat çekmektedir. Gradient Boosting'in, Sinir Ağları gibi black-box algoritmalarının aksine, performans için yorumlanabilirliği feda etmeyen bir yöntem olduğu, ayrıca yüz binlerce kişi tarafından Python'da kullanılan, XGBoost ile LightGBM gibi algoritmaların ise temelini oluşturduğu görülmektedir (Tuychlev, 2023).

$$f_m(x) = f_{m-1}(x) + (\underset{h_m \in H}{\operatorname{argmin}} [\sum_{i=1}^N L(y_i, f_{m-1}(x_i) + h_m(x_i))])(x) \quad (8)$$

2.1.4.2.7. AdaBoost

AdaBoost veya Adaptive Boosting'in, 1997 yılında Yoav Freund ve Robert Schapire tarafından önerilen ve topluluk yöntemi olarak kullanılan yükseltme sınıflandırıcısıdır (Saini, 2024). Sınıflandırıcıların doğruluğunu yükseltmek için birden fazla zayıf performanslı yöntemi birleştiren algoritmanın, sınıflandırıcıların ağırlıklarını ayarlamayı ve olağandışı gözlemlerdeki doğru tahminlerin sağlandığı her bir yinelemedeki veri örneklerini eğitmeyi kapsayan temel bir konsepte sahip olduğu ifade edilmektedir. Eğitim setindeki ağırlıkların kabul edilmesi durumunda, her makine öğrenmesi algoritmasının temel sınıflandırıcı olarak kullanılabildiği AdaBoost algoritmasının iki durumu yerine getirmesi gerekmektedir (Navlani, 2018):

- Sınıflandırıcı, çeşitli ağırlıklı eğitim örneklerinde etkileşimli olarak eğitilmelidir.
- Her bir yinelemede, eğitim hatasını minimize ederek söz konusu örnekler için en iyi uyum sağlanmaya çalışılmalıdır.

AdaBoost'un çalışma prensibi aşağıdaki gibidir (AlmaBetter, 2024):

- Eğitim alt kümesi rastgele seçilir.
- Yinelemeli bir şekilde, son eğitimin doğru tahminine dayalı eğitim seti seçimi ile AdaBoost makine öğrenmesi modeli eğitilir.

- Yanlış sınıflandırılmış gözlemlere daha yüksek ağırlık atanır, dolayısıyla bir sonraki yinelemede sınıflandırma için söz konusu gözlemlerin yüksek olasılık elde etmesi sağlanır.
- Aynı zamanda, ağırlığı, sınıflandırıcının doğruluğuna göre her bir yinelemedeki eğitilmiş sınıflandırıcıya atamaktadır. Daha doğru sınıflandırıcı, yüksek ağırlığa sahip olur.
- Bu süreç, tüm eğitim verisinin hiçbir hata ile karşılaşmadan uyumun sağlanmasına veya belirlenmiş maksimum tahminleyici sayısına ulaşılmasına kadar devam eder.
- Sınıflandırmak için oluşturulan tüm öğrenme algoritmalarına “oylama” yapılır.

Daha yüksek ağırlıkların, yanlış sınıflandırılmış örneklere atanması ile, ağırlıkların her bir örneğe yeniden atanmasını ifade eden AdaBoost algoritmasının, bağımsız değişkenlerin ölçeklendirilmesine gerek olmadığı gibi daha az ön işleme gerektirdiği ve aşırı uyuma daha az yatkın olduğu anlaşılmaktadır (Wikipedia, 2024).

$$F(x) = \sum_{t=1}^T a_t h_t(x) \quad (9)$$

2.1.4.2.8. Naive Bayes

Naive Bayes algoritması, popüler denetimli sınıflandırma paradigmalarından birisidir (Dey, vd., 2016, s. 2). Söz konusu algoritma özniteliklerin bağımsız olduğu bir varsayımın bulunduğu Bayes teoremine dayalıdır (Gowda, vd., 2022, s. 5). Bu algoritma, sınıflandırılan her öznitelik çiftinin birbirinden bağımsız olduğu ilkesini ifade eder. Naive Bayes algoritması, hızlı tahmin yeteneklerine sahip makine öğrenmesi modellerinin hızlı bir şekilde geliştirilmesine yardımcı olur. Metin sınıflandırmada yaygın olarak kullanılır ve spam filtreleme, duygu algılama, derecelendirme sınıflandırması gibi alanlarda uygulanır. Bu algoritma Bayes teoremini kullanarak eğitim ve tahmin işlemlerini gerçekleştirir (GG, 2024). Lojistik regresyon gibi diğer sınıflandırıcıların aksine, hangi özelliklerin önemli olduğunu öğrenmek için sınıflar arasında ayrım yapmaz. Metin sınıflandırma, spam filtreleme ve tavsiye sistemlerinde yaygın olarak kullanılır. Naïve Bayes, Bayes Teoremine ve bağımsızlık varsayımına dayalı bir sınıflandırma tekniği kullanır. Bu algoritma, bir sınıftaki belirli bir özelliğin varlığının başka herhangi bir özelliğin varlığıyla ilgisiz olduğunu varsayar. Naïve Bayes, girdi verilerinin dağılımını modeller ve bu özelliği sayesinde hızlı ve doğru tahminler

yapabilir. Naive Bayes, bir sınıfın olasılığını tahmin etmek için kullanılan bir makine öğrenimi algoritmasıdır (Ray, 2024). Bu algoritma, basit bir yapıya sahiptir ve sınıflandırma görevleri için kullanışlıdır. Naive Bayes'in avantajları arasında sınıf tahmininin hızlı ve kolay olması, çoklu sınıflandırma sorunlarına iyi performans göstermesi ve kategorik girdi değişkenlerine karşı daha iyi performans göstermesi bulunur (Gowda, vd., 2022, s. 5).

$$P(c \setminus x) = \frac{P(x \setminus c)P(c)}{P(x)} \quad (10)$$

2.1.4.2.9. Kuadratik Diskriminant Analizi (QDA)

QDA, doğrusal olmayan ilişkileri benimseyen ve sınıf koşullu dağılımları ikinci dereceden fonksiyonlarla modelleyen bir algoritmadır. Bu algoritma, verileri karmaşık eğrilerin ve hatların resmini çizerek tanımlar. QDA, her sınıf için ayrı kovaryans matrisleri tahmin ederek farklı sınıflar arasında değişen özelliklere ve değişkenliğe uyum sağlar. Bununla birlikte, QDA'nın temel varsayımları da vardır. İlk olarak, her bir sınıftaki tahmin edici değişkenlerin çok değişkenli bir normal dağılım izlediği varsayılır. İkinci olarak, QDA her sınıfın kendi kovaryans matrisine sahip olduğunu varsayar, böylece özellik değerlerinin yayılımı ve şekli sınıflar arasında farklı olabilir. Son olarak, QDA, her bir sınıf içindeki gözlemlerin birbirinden bağımsız olduğunu varsayar, bu da her gözlemin sınıflandırmaya bağımsız olarak katkıda bulunmasını sağlar. QDA, güçlü bir cephaneliğe sahip olan ve çeşitli veri kümelerinde etkili bir müttefik olan bir algoritmadır (Arora, 2023).

$$\delta_k(\chi) = -\frac{1}{2} \log |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k) + \log \pi_k \quad (11)$$

3.1. Boyut İndirgeme

Boyut indirgeme, bir veri kümesindeki “boyutların” veya değişkenlerin sayısını azaltma işlevini görmektedir (Vadapalli, 2020). Söz konusu yöntemin, modelin karmaşıklığını azalttığı gibi genelleme performansını da iyileştirerek, yüksek boyutlu verilerin, “aşırı uyum” ve öznitelik sayısının artmasıyla model performansındaki düşüklük gibi birçok sorunu önlemeye yardımcı olduğu ifade edilmektedir (GG, 2023). Boyut indirgemeye

ilişkin birçok yöntemin bulunduğu görülmektedir; öznitelik seçme, temel bileşen analizi, t-sne, doğrusal diskriminant analizi vb.

3.1.1. Öznitelik Seçme

Öznitelik seçme, veri setindeki tüm muhtemel öznitelik kombinasyonlarını tarayarak hangi öznitelik alt kümesinin tahmin için en iyi sonucu verdiğini bulmaktadır. Öznitelik seçme yöntemleri; arama (BF, GS, R vb.) ve değerlendirme (Cfs, CAE, FSE vb.) şeklinde iki bölümden oluşmaktadır (Weka, 2022). Söz konusu yöntemlerin açıklaması aşağıdaki gibidir;

- CfsSubsetEval: Her özneliğin bireysel tahmin yeteneğini ve aralarındaki fazlalık derecesini dikkate alarak bir öznitelik alt kümesinin değerini değerlendirir.
- CorrelationAttributeEval: Bir özneliğin değerini, kendisi ile sınıf arasındaki korelasyonu ölçerek değerlendirir.
- FilteredSubsetEval: Rastgele bir filtreden geçirilen veriler üzerinde rastgele bir alt küme değerlendiricisini çalıştırır.
- BestFirst: Geri izleme olanağı ile zenginleştirilmiş açgözlü tepe tırmanma (greedy hillclimbing) yoluyla nitelik alt kümelerini arar.
- GreedyStepwise: Öznitelik alt kümelerinin alanı boyunca açgözlü bir ileri veya geri arama gerçekleştirir.
- Ranker: Öznitelikleri bireysel değerlendirmelerine göre sıralar (Weka, 2022).

4.1. Veri Ön İşleme

Veri ön işleme, işlenmemiş verinin anlamlı ve kullanılabilir formuna dönüşmesini ifade eden tekrarlı bir süreçtir. İşlenmemiş verinin temiz bir veri setine dönüştüğü bir konsept olan veri ön işlemede algoritma uygulanmadan önce, veri setinde sırasıyla kayıp ve gürültülü veriler ile diğer tutarsızlıkların kontrolüyle ön işleme gerçekleşir. Veri makine öğrenmesi için uygun bir formatta olmalıdır (Alavi, vd., 2022, s. 10). Örneğin, algoritma yalnızca nümerik veri ile çalışıyorsa ve sınıf etiketleri “kanserli hücre” veya “kanserli olmayan hücre” ise söz konusu etiketler “0” veya “1” ile değişmelidir. Veri dönüşümü ve öznitelik çıkarma sınıflandırıcının performansını geliştirmek için kullanılan veri

önişleme süreci sonucunda sınıflandırma algoritmasının anlamlı teşhis oluşturduğu görülmektedir. Kanseri teşhisi, dolandırıcı tespiti vb. birçok alan için yalnızca ilgili özniteliklerin seçildiği ve çıkarıldığı görülmektedir. Örneğin, kanser hastasının diyabeti olabilir, dolayısıyla diyabetten kanser ile ilgili olan özniteliklerin ayrılması önemlidir (Singh, vd., 2021). Öznitelik çıkarımı konusunda ünlü olan algoritmalarından birine örnek olarak denetimsiz öğrenme yöntemlerinden biri olan PCA verilebilir. Genel olarak işlenmemiş veri, tutarsız, gereksiz veya gürültülü olabilir. Dolayısıyla veri önişleme sürecinin, bir sonraki detaylı analiz kapsamında veriyi en anlamlı haline hazırlamak için önemli olduğu görülmektedir (Adari, vd., 2023).

4.1.1. Veri Ayıklama

Tutarsız, eksik ve gürültülü gerçek dünya verileri (ham veriler) üzerinde doldurma, düzeltme, aykırı değerleri çözümleme gibi yöntemler kullanılarak veri ayıklama işleminin gerçekleştiği görülmektedir (Baskar, vd., 2013, s. 2). Veri ön işleme yöntemlerinin ilki olan veri ayıklama tekniği ile ham/kirli verilerin makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılan analizler sonucunda güvenilemez, zayıf ve hatalı çıktılara yol açması önlenmektedir (Alasadi & Bhaya, 2017, s. 1). Veri ayıklama tekniği ile, eksik değerlerin el ile doldurulduğu, doldurmak için ortalama fonksiyonunun veya genel bir sabitin kullanıldığı, gürültülü verilerde ise gruplama, regresyon veya kümelemenin yapıldığı anlaşılmaktadır (Malik, vd., 2010, s. 2).

4.1.2. Veri Entegrasyonu

Veri entegrasyonu yöntemiyle dosya, veri küpü veya veritabanı gibi çoklu ve çeşitli kaynaklardan ortaya çıkan verilerin tutarsızlığa karşı olan bir veri deposunda birleştirilmesi sağlanmaktadır (Malik, vd., 2010, s. 4). Bir özelliği ifade eden bazı niteliklerin birden çok veritabanında çoklu isimlere sahip olabildikleri görülmektedir (Baskar, vd., 2013, s. 3). Bu bağlamda, banka müşteri tanımlamaya ilişkin veri deposunun birinde “musteri_no”, diğer bir veri deposunda ise “musteri_id” şeklindeki bir adlandırmanın gerçekleşmesi ile fazlalık ve tutarsızlıkların görülebileceği ifade edilirken veri entegrasyonu sırasında söz konusu fazlalık tespitinin “korelasyon analizi” ile sağlanabileceği anlaşılmaktadır (Alasadi & Bhaya, 2017 s. 4; Baskar, vd., 2013, s. 3).

4.1.3. Veri Dönüşümü

Veri temizleme ve veri entegrasyonu gibi yöntemlerle verideki kayıpların, tutarsız değerlerin ve gürültülerin yol açtığı bazı problemlerin ortadan kalktığı ifade edilse de elde edilen yeni veri setinin analiz sırasında model performansının düşmesine neden olduğu ifade edilmektedir (Çetin & Yıldız, 2022, s. 9). Bu kapsamda veri dönüştürmede, veri setindeki değerlerin en büyüğü ile en küçüğüne ele alındığı, böylece diğer verilerin belirli bir aralıkta ölçeklendirildiği “normalizasyon”, özetlemelerin ve toplama fonksiyonlarının gerçekleştiği, dolayısıyla çoklu verilerin analizinde bir veri küpünün oluşturulduğu “veri toplama” (Baskar, vd., 2013, s. 3), düşük kategorik özelliğe sahip verilerin daha yüksek özelliğe sahip verilere genelleştirilebildiği “verilerin genelleştirilmesi”, gruplama, regresyon ve kümelemenin kullanıldığı, böylece verilerdeki gürültünün yok edildiği “yumuşatma” ve nitelik kümesinden yeni niteliklerin oluşturulduğu “nitelik oluşturma” gibi yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir (Malik, vd., 2010, s. 4).

4.1.4. Veri Azaltma

Veri azaltma tekniği ile veri setinde bulunan önemli verilerin korunarak söz konusu veri setinin temsili ve daha küçük boyuta indirgenmiş hali ortaya çıkmaktadır (GG, 2023). Veri boyutunun büyük olması ve içerisinde gereksiz değerleri bulundurması, makine öğrenmesi yöntemlerinin çalışma süresini uzatmakta ve veri karmaşıklığına yol açmaktadır (Çetin & Yıldız, 2022, s. 6). Bu bağlamda söz konusu problemlerin çözümünde kullanılan veri azaltma yöntemleri arasında; toplama, özellik oluşturma, özellik dönüşümü, örnekleme, özellik alt kümesi seçimi, ayrıklaştırma ile ikilileştirme ve boyutsal indirgeme sayılmaktadır (Malik, vd., 2010, s. 5). Boyutsal indirgemedede, veri setinin boyutunu azaltmada kodlama mekanizması kullanılırken, Temel Bileşen Analizi (PCA) ve Dalgacık Dönüşümü gibi iki etkili yöntemden faydalanılmaktadır (Alasadi & Bhaya, 2017, s. 4).

5.1. Kullanılan Metrikler

Makine öğrenmesi algoritmaları analiz edilirken dikkate alınacak metriklerin Doğruluk, Hatırlatma, Kesinlik, F-1 skoru, Area Under the Curve (AUC), Kappa ve Matthews Korelasyon Katsayısı (MCC) olduğu görülmektedir. Bu kapsamda söz konusu metrikler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

5.1.1. Hata Matrisi

Sınıflandırma modelindeki doğruluk değerini temsil eden ve makine öğrenmesi alanında kullanılan performans değerlendirme aracıdır. Söz konusu matris, modeldeki pozitif verilerin doğru tahminini ifade eden doğru pozitif (DP), modeldeki negatif verilerin doğru tahminine atıfta bulunan doğru negatif (DN), pozitif değerlerin yanlış tahmin edildiği yanlış pozitif (YP) ve negatif değerlerin yanlış tahminini ifade eden yanlış negatif (YN) değerlerini göstermektedir (Maria Navin, vd., 2016, s. 2). Bu bağlamda Hata Matrisi Şekil 18’de gösterilmektedir.

		Gerçek Değerler	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
Tahmin Değerleri	Pozitif (1)	Doğru Pozitif	Yanlış Pozitif
	Negatif (0)	Yanlış Negatif	Doğru Negatif

Şekil 16. Hata Matrisi (Noyan, 2020)

5.1.2. Doğruluk Değeri

Modelin doğru pozitif ve doğru negatif değerlerini tahmin etme becerisini ifade eder. Doğru pozitif ve doğru negatif toplamının doğru pozitif, doğru negatif, yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerinin toplamına bölünmesi ile bulunur (Mahore, vd., 2021, s. 3).

$$Doğruluk = \frac{DP + DN}{DP + DN + YP + YN} \quad (12)$$

5.1.3. Hatırlatma Değeri

Doğru pozitif değerinin doğru pozitif ile yanlış negatif değeri toplamına oranı ile hesaplanır. Hatırlatma değerinin <0.5 olduğu durumlarda yanlış negatif sayısının yüksek miktarda bulunduğu, dolayısıyla dengesiz sınıfın ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Mishra, 2018).

$$Hatırlatma = \frac{DP}{DP + YN} \quad (13)$$

5.1.4. Kesinlik Değeri

Modelin pozitif tahminlerinin ne derecede doğru olduğunu hesaplamaktadır. Kesinlik değeri, doğru pozitif değerinin doğru pozitif ile yanlış pozitif değerine oranını ifade etmektedir. Kesinlik değerinin <0.5 olması, yanlış pozitif değerinin fazla olduğunu dolayısıyla dengesiz sınıfların ve uyumsuz model hiper parametrelerin bulunduğunu göstermektedir (Vujović, 2021, s. 4).

$$Kesinlik = \frac{DP}{DP + YP} \quad (14)$$

5.1.5. F-1 Skor

Kesinlik ve hatırlatma değerlerinin harmonik ortalamalarını ifade etmektedir. Değer aralığının (0,1) olduğu F-1 skorun doğru sonuç verebilmesi, yüksek kesinlik ve düşük hatırlatma değerlerine bağlıdır. F-1 skorunun değeri model performansı ile doğru orantılıdır. Söz konusu değerın matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Humphrey, vd., 2022, s. 2):

$$F1\ Skor = 2 \times \frac{1}{\frac{1}{kesinlik} + \frac{1}{hatirlama}} \quad (15)$$

5.1.6. AUC (Eşik Altında Kalan Alan)

Rastgele pozitif örneklerin rastgele negatif örneklerin sağına konumlanma olasılığını ifade etmektedir. Değer aralığı (0,1) olan AUC, %100 yanlış tahmin sonucunda 0, %100 doğru tahmin sonucunda 1 değerini göstermektedir. AUC değerinin model performansı ile doğru orantılı olduğu anlaşılmaktadır. AUC değeri hesaplanırken iki ayrı metriktten faydalanılmaktadır (Jin, 2019).

$$\text{Doğru Pozitif Oran} = \frac{DP}{DP+YN} \quad (16)$$

$$\text{Yanlış Pozitif Oran} = \frac{YP}{YP+DN} \quad (17)$$

5.1.7. Kappa Değeri

Modelin ne kadar iyi tahmin ettiğini ortaya koyan bir metriktir. Tahmin edilen doğruluk değeri ile gözlemlenen doğruluk değerini karşılaştıran Kappa değeri (0,1) aralığındadır. Model performansı ile ters orantılı olan Kappa değeri, toplam doğruluk ile rastgele doğruluk farkının, rastgele doğruluk ile 1'in farkına oranını ifade etmektedir (Ripon ve Bhuiyan, 2019, s. 6).

$$Kappa = \frac{\text{Toplam Doğruluk} - \text{Rastgele Doğruluk}}{1 - \text{Rastgele Doğruluk}} \quad (18)$$

$$\text{Toplam Doğruluk} = \frac{DP+DN}{DP+DN+YP+YN} \quad (19)$$

$$\text{Rastgele Doğruluk} = \frac{(DN+YP)*(DN+YN)+(YN+DP)*(YP+DP)}{\text{Toplam}*\text{Toplam}} \quad (20)$$

$$\text{Toplam} = DP + DN + YP + YN \quad (21)$$

5.1.8. MCC (Matthews Korelasyon Katsayısı)

İkili sınıflandırmaların kalitesini ölçmek amacıyla makine öğrenmesinde kullanılan bir metriktir. MCC +1 ile -1 değer aralığına sahiptir. +1, tahmin edilen ve gerçek değer arasındaki en iyi uyumu ifade ederken, 0 değeri uyumun olmadığını dolayısıyla tahminin gerçeğe göre rastgele olduğunu göstermektedir. MCC değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Chicco & Jurman, 2020, s. 5).

$$MCC = \frac{DN*DP-YN*YP}{\sqrt{(DP+YP)(DP+YN)(DN+YP)(DN+YN)}} \quad (22)$$

6.1. Kullanılan IDE ve Kütüphane

Bu çalışmada makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflandırma analizi yapmak amacıyla Jupyter Notebook programı kullanılmıştır. Jupyter Notebook, Jupyter Notebook, açık kaynaklı bir web uygulamasıdır ve canlı kod, denklemler, görselleştirmeler ve metin içeren belgeler oluşturmak ve paylaşmak için kullanılır. Jupyter Notebook, Project Jupyter tarafından sürdürülmektedir ve IPython Notebook'un yan projesidir. Birçok programlama dilini destekleyen Jupyter, özellikle Python koduyla veri analizi, veri bilimi ve makine öğrenmesi için popüler bir araçtır. Jupyter Notebook, kodu kolayca çalıştırma ve çıktıyı hızlı bir şekilde gözden geçirme gibi olanaklarla, hipotezleri test etmeyi ve sonuçları kaydetmeyi kolaylaştırır. Jupyter Notebook, kullanımı kolay olması ve not defteri benzeri bir ortamda çalışma imkanı sağlamasıyla birçok avantaj sunar (Driscoll, 2019).

PyCaret Kütüphanesi: Pycaret, Python'da basit, öğrenmesi kolay, az kodlu bir makine öğrenmesi kütüphanesidir. Kodlama için daha az, analiz için ise daha fazla zaman harcamayı sunan PyCaret, scikit-learn, XGBoost, LightGBM, CatBoost, spaCy, Optuna, Hyperopt, Ray gibi çeşitli makine öğrenimi kütüphanelerini çevreleyen bir Python sarmalayıcısıdır. Ayrıca söz konusu kütüphane ile sınıflandırma, regresyon, kümeleme, anomali tespiti, doğal dil işleme vb. yöntemlerin kullanıma sunulduğu görülmektedir (Ali, 2023).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

Bu çalışmada, 31 öznitelik ve 684 örnekten oluşan veri seti üzerinde uygulanmış makine öğrenmesi yöntemlerinin performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Değerlendirme sonuçları, 4 farklı veri ön işleme ve boyut indirgeme için ayrı ayrı incelenmiş ve söz konusu makine öğrenmesi yöntemleri doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, Kappa, MCC ve TT (sec) değerleri kapsamında detaylı bir analize tabi tutulmuştur. Bu kapsamda, söz konusu bölüm anketten elde edilen veri seti üzerinde boyut indirgemelerin uygulandığı, analiz sonuçlarının ise her bir veri ayıklama için ayrılmış tablolarda yorumlandığı birinci kısım ve yöntemlerin performans karşılaştırmalarının yapıldığı, sonuçların ise her bir veri ön işleme ve boyut indirgeme için ayrılmış toplam 8 tabloda sunulduğu ikinci kısımdan oluşmaktadır. Çalışmada veri setine uygulanan veri ön işleme aşamaları Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Veri Ayıklama

Ölçek Numarası	Süreç
MV1	Veri setinden “class” ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfı kaldırıldı ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfına hayır diyenlerin diğer cevapları kaldı.
MV2	Veri setinden “class” sınıfı tamamen silindi ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfına verilen hayır cevapları evet olarak değiştirildi.
MV3	Veri setinden “class” sınıfı tamamen silindi ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfına hayır diyenlerin diğer cevapları kaldırıldı.

Tablo 1. Veri Ayıklama

Ölçek Numarası	Süreç
MV4	Veri setinden “class” ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfı ve “ bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum ” sınıfına hayır diyenlerin diğer cevapları kaldırıldı.

3.1. Anlamlı Öznitelikler

Bu çalışmada, bireylerin Metaverse’te görülen cinsel taciz ve zorbalık risklerine yönelik bakış açılarının makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflandırılması amaçlanmıştır. Söz konusu sınıflandırmayı en çok etkileyen anket sorularının/özniteliklerin incelendiği bu bölümde 4 farklı boyut indirgeme algoritması (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R/FSE-GS) farklı veri ayıklama yöntemleri (MV1/MV2/MV3/MV4) kapsamında tablolar halinde yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında analiz edilen veri seti 684 örnek ve 31 öznitelikten oluşmaktadır. Söz konusu tablolarda seçilen özniteliklerin birbiri ile aynı olmasından dolayı MV1-MV4 ve MV2-MV3 birlikte değerlendirilmiştir. Öznitelikler her bir veri ayıklama yönteminin uygulandığı veri setleri için farklılık göstermiş, dolayısıyla MV1-MV4 veri setlerinde öznitelik sayısı 30’a düşmüşken MV2-MV3 veri setlerinde öznitelik sayısı (31) ham veri seti ile aynı kalmıştır. Bu kapsamda MV1-MV4/MV2-MV3 veri setlerine uygulanan boyut indirgemeler değerlendirilirken kullanılan öznitelik no.ları farklılık göstermektedir (MV2-MV3 veri setlerinde k22 no.lu öznitelik MV1-MV4 veri setlerinde k21 olmuştur). Ham veri setine ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Veri Seti Bilgileri

Kategori	Öznitelikler/Sorular	Detaylar
k1	Bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum	Evet/Hayır
k2	Cinsiyetiniz	Erkek/Kadın
k3	Yaşınız	18-20/21-23/24-26/27 üzeri

Tablo 2. Veri Seti Bilgileri

Kategori	Öznitelikler/Sorular	Detaylar
k4	Eğitim Durumunuz	Önlisans/Lisans/Lisans üstü
k5	Sınıfınız	1.Sınıf/2.Sınıf/3.Sınıf/4.Sınıf ve üzeri/Yüksek Lisans-Doktora
k6	Medeni haliniz	Bekar/Evli
k7	Fakülteniz	Diş Hekimliği Fakültesi/Eğitim Fakültesi/Fen Edebiyat Fakültesi/İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi/İletişim Fakültesi/İslami İlimler Fakültesi/Mimarlık ve Tasarım Fakültesi/Mühendislik Fakültesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi/Spor Bilimleri Fakültesi/Tıp Fakültesi/Turizm Fakültesi/Veteriner Fakültesi/Yüksekokul/ Meslek Yüksekokulu/Sosyal Bilimleri Enstitüsü/Fen Bilimleri Enstitüsü/Sağlık Bilimleri Enstitüsü
k8	Videoyu izlemeden önce, “Metaverse” kavramını duymuş muydunuz?	Evet/Hayır
k9	Biri size Metaverse kavramını sorarsa, tanımlarken kendinizden emin olur muydunuz?	Evet/Hayır
k10	Metaverse platformlarından (Roblox, Fortnite, Pubg, VrChat, Zepeto, vb.) herhangi birini kullanıyor musunuz?	Evet/Hayır
k11	Oculus veya Playstation VR gibi bir sanal gerçeklik başlığınız var mı?	Evet/Hayır

Tablo 2. Veri Seti Bilgileri

Kategori	Öznitelikler/Sorular	Detaylar
k12	Aşağıdaki Metaverse platformlarından hangisini kullanıyorsunuz?	Roblox/Zepeto/VRChat /HorizonWorld/Diğer
k13	Metaverse platformlarında diğer avatarlardan rahatsız olan birine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k14	Metaverse platformlarında belirli bir kişiye rahatsız edici isimler verildiğine tanık oldunuz mu?	Evet/Hayır
k15	Metaverse platformlarında başka avatarlar tarafından tehdit edilen birine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k16	Metaverse platformlarında başka avatarlar tarafından takip edilen birine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k17	Aşağıdaki Metaverse platformlarından en sık hangisinde tacize uğrayan birine şahit oldunuz?	Roblox/Zepeto/VRChat /HorizonWorld/Diğer
k18	Metaverse platformlarında bir başkasını kasıtlı olarak utandırmaya çalışan birine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k19	Metaverse platformlarında birinin cinsel tacize uğradığına tanık oldunuz mu?	Evet/Hayır
k20	Metaverse platformlarında birinin fiziksel olarak tehdit edildiğine tanık oldunuz mu?	Evet/Hayır
k21	Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?	Evet/Hayır
k22	Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?	Evet/Hayır
k23	Metaverse ile ilgili haberleri takip ediyor musunuz?	Evet/Hayır
k24	Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?	Evet/Hayır
k25	Başka bir kişinin, görünüşü, davranışı veya giyimi nedeniyle Metaverse platformlarında tehdit edildiğine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır

Tablo 2. Veri Seti Bilgileri

Kategori	Öznitelikler/Sorular	Detaylar
k26	İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k27	Başka bir kişinin, oda/lobide meydana gelen bir olaydan dolayı avatarlar tarafından Metaverse platformlarında taciz olayı yaşadığına şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k28	Başka bir kişinin Metaverse platformlarında utandırıldığına veya küçük düşürüldüğüne şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k29	İnsanların, onlara durmalarını söylediklerinden sonra bile mağdurla cinsel konularda konuşmaya devam ettiğine şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k30	Metaverse platformlarında ırkı, cinsiyeti, inancı gibi nedenlerle insanların başka bir kişiyi odadan/lobiden dışladığına şahit oldunuz mu?	Evet/Hayır
k31	Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?	Evet/Hayır

3.1.1. “MV1-MV4” Ölçek No’lu Veri Setlerine İlişkin Değerlendirme

Tablo 1’de bulunan ve veri ön işleme aşamalarından biri olan veri ayıklama işleminin kullanıldığı ilk yöntem ile son yöntem (MV1/MV4) üzerinde 4 farklı boyut indirgeme algoritması (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R/FSE-GS) uygulanmıştır. FSE-GS algoritmasından farklı olarak Cfs-BF, Cfs-GS ve CAE-R algoritmaları aynı sonucu vermekte, dolayısıyla söz konusu algoritmalar birlikte değerlendirilmektedir. Bu kapsamda algoritma sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Boyut İndirgeme (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R)

Öznitelik No.	Öznitelik (Anket Sorusu)	Hedef Değişkeni
k20	Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?	k30- Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?
k21	Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?	
k23	Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?	
k25	İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?	

Tablo 3'te, metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin yaygınlığını analiz etmek için Cfs-BF, Cfs-GS ve CAE-R algoritmaları kullanılmıştır. 684 örnekten oluşan ve 30 öznitelik içeren veri seti üzerinde, BestFirst, GreedyStepwise ve Ranking arama yöntemleri ile CFS Alt Küme Değerlendiricisi ve Korelasyon Sıralama Filtresi kullanılarak en iyi öznitelik alt kümesi seçilmiştir.

Hedef değişken k30 ("Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?")'u en anlamlı etkileyen ve en yüksek korelasyona sahip özniteliklerin; k20 ("Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?"), k21 ("Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?"), k23 ("Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?") ve k25 ("İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?") olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Boyut İndirgeme (FSE-GS)

Öznitelik No.	Öznitelik (Anket Sorusu)	Hedef Değişkeni
k20	Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?	k30- Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?
k21	Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?	
k23	Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?	

Tablo 4’te Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin yaygınlığını analiz etmek için FSE-GS algoritması kullanılmıştır. Algoritma, 684 örnekle 30 öznitelik içeren veri seti üzerinde uygulanmıştır. SpreadSubsample filtresi ve CfsSubsetEval değerlendiricisi kullanılarak en iyi öznitelik alt kümesi seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, hedef değişkenle (k30: "Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?") en yüksek korelasyona sahip olan özniteliklerin sırasıyla; k20 ("Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?"), k21 ("Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?"), ve k23 ("Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?") olduğu görülmektedir.

3.1.2. “MV2-MV3” Ölçek No’lu Veri Setlerine İlişkin Değerlendirme

Tablo 1’de bulunan ve veri ön işleme aşamalarından biri olan veri silme işleminin kullanıldığı ikinci ve üçüncü yöntem (MV2-MV3) üzerinde 4 farklı boyut indirgeme algoritması (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R/FSE-GS) uygulanmıştır. Algoritmalarından Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R benzer sonuçlar vermekte dolayısıyla FSA-GS algoritmasından farklı olarak bu üç algoritma birlikte değerlendirilmektedir. Söz konusu algoritmaların sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Boyut İndirgeme (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R)

Öznitelik No.	Öznitelik (Anket Sorusu)	Hedef Değişkeni
k21	Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?	k31- Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?
k22	Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?	
k24	Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?	
k26	İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?	

Tablo 5'te, metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin yaygınlığını analiz etmek için Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R algoritmaları kullanılmıştır. 684 örnekten oluşan ve 31 öznitelik içeren veri seti üzerinde, BestFirst, GreedyStepwise ve Ranking arama yöntemleri ve CFS Alt Küme Değerlendiricisi ile Korelasyon Sıralama Filtresi kullanılarak en iyi öznitelik alt kümesi seçilmiştir.

Hedef değişken k31 ("Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?")'i en anlamlı etkileyen k21 ("Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?"), k22 ("Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?"), k24 ("Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?") ve k26 ("İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?") no.lu özniteliklerin söz konusu değişken ile en yüksek korelasyona sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 6. Boyut İndirgeme (FSE-GS)

Öznitelik No.	Öznitelik (Anket Sorusu)	Hedef Değişken
k21	Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?	k31- Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?
k22	Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?	
k24	Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?	

Tablo 6’da Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin yaygınlığını analiz etmek için FSE-GS algoritması kullanılmıştır. Algoritma, 684 örnekle 31 öznitelik içeren veri seti üzerinde uygulanmıştır. SpreadSubsample filtresi ve CfsSubsetEval değerlendiricisi kullanılarak en iyi öznitelik alt kümesi seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar, hedef değişkenle (k31: "Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?") en yüksek korelasyona sahip olan özniteliklerin sırasıyla; k21 ("Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?"), k22 ("Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?"), ve k24 ("Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?") olduğunu göstermiş, söz konusu özniteliklerin hedef değişkenini en anlamlı etkilediği görülmüştür.

Bu çalışmada, bireylerin Metaverse platformlarında zorbalık ve taciz algısına yönelik bakış açıları boyut indirgeme ve makine öğrenmesi algoritmaları ile incelenmektedir. Veriler, anket tekniği ile 684 katılımcıdan toplanmıştır. Farklı boyut indirgeme algoritmaları kullanılarak, metaverse platformlarındaki zorbalık ve tacizle en çok ilişkili olan anket soruları belirlenmiştir. Bu süreçte dört farklı veri seti kullanılmıştır: MV1, MV2, MV3 ve MV4. Her veri seti, 30 (MV1/MV4) ve 31 (MV2/MV3) öznitelik (anket sorusu) içermektedir. Farklı boyut indirgeme algoritmalarının kullanıldığı her dört veri setinde de, "Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?" sorusu hedef değişken olarak kabul edilmiştir. Farklı boyut indirgeme algoritmaları,

metaverse platformlarındaki zorbalık ve tacizle en çok ilişkili olan anket soruları konusunda bazı farklılıklar göstermiştir. Ancak, "Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?", "Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?", "Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?" ve "İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?" sorularının en önemli öznitelikler arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla her bir veri ayıklama yöntemi ile boyut indirgeme algoritmalarının uygulandığı veri setinde söz konusu soruların çalışma için anlamlı oldukları ve sınıflandırmayı etkiledikleri görülmektedir. Boyut indirgeme yöntemleri ile elde edilen söz konusu özniteliklerin bulunduğu veri seti üzerinde makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflandırma performansları incelenmiştir.

3.2. Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Sınıflandırma

Bu çalışmada, Metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı bireysel tutumları tahmin etmek için kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarının performansı farklı veri ayıklama yöntemleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Söz konusu çalışmada, dört farklı veri ayıklama yöntemi (MV1, MV2, MV3 ve MV4) ve boyut indirgeme yöntemi (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R/FSE-GS) kullanılmış ve Naive Bayes, Lojistik Regresyon, AdaBoost, Rastgele Orman, CatBoost, QDA, Extra Trees, LDA ve Gradient Boosting gibi dokuz farklı makine öğrenmesi algoritması değerlendirilmiştir. Tablo 1’de belirtilen veri ayıklama işlemi (MV1) kapsamında üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları dikkate alınarak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC metrikleri açısından objektif olarak değerlendirilmiş ve analize ait bulgular Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. MV1 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
Gradient Boosting	0,8361	0,8682	0,6870	0,7594	0,7199	0,6047	0,6073	19,6664
Lojistik Regresyon	0,8367	0,8682	0,7029	0,7538	0,7257	0,6100	0,6121	36,9046
Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8298	0,8698	0,7142	0,7301	0,7194	0,5976	0,6000	17,6536

Tablo 7’de görüldüğü üzere ortalamalara bakıldığında kesinlik ve hassasiyet değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Söz konusu durumun tutarsızlık açısından bir sorun teşkil etmediği sonucuna varılabilir. Tablo 7’de görüldüğü üzere sınıflandırmanın en başarılı olduğu Lojistik Regresyon algoritması ile bireylerin metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı tutumları ortalama olarak %83,67 doğruluk, %75,38 kesinlik ve %70,29 hassasiyet oranı ile doğru tahmin edilmiştir. Ayrıca en iyi tahmin sonuçlarına göre Lojistik Regresyon algoritması ile sırasıyla ortalama %61’lik Kappa ve %61,21’lik MCC değerinin elde edildiği görülmektedir. Gradient Boosting algoritmasının %83,61 doğruluk değeri ile Lojistik Regresyon algoritmasından sonra başarılı sonuç veren ikinci algoritma olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu her iki algoritmaya göre doğruluk değerinin daha düşük olduğu LDA algoritmasının %82,98 ortalama değer ile bireylerin metaverse platformlarında cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı bakış açılarını tahmin etmede başarılı olduğu görülmektedir. Yöntemler eğitim süresi kapsamında değerlendirilmiş ve LDA algoritmasının 17,6536 saniyelik ortalama ile en hızlı çalışan algoritma olduğu görülmüştür. Söz konusu veri seti üzerinde Tablo 1’de bulunan veri ayıklama işlemi (MV4) ile Cfs-BF, Cfs-GS, CAE-R ve FSE-GS boyut indirgeme yöntemleri kullanılarak üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, objektifliği sağlamak amacıyla 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları dikkate alınarak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC değerleri kapsamında değerlendirilmiş ve analizler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. MV1/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Boyut İndirgeme	Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
CfsSubset Eval-BestFirst	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8535	0,8855	0,7482	0,7721	0,7578	0,6531	0,6551	17,4031
	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8500	0,8834	0,7687	0,7575	0,7601	0,6515	0,6542	17,1748
	AdaBoost Classifier	0,8486	0,8883	0,7255	0,7727	0,7465	0,6389	0,6411	17,2702
CfsSubset Eval-GreedyStepwise	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8535	0,8855	0,7482	0,7721	0,7578	0,6531	0,6551	13,4531
	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8500	0,8834	0,7687	0,7575	0,7601	0,6515	0,6542	14,8871
	AdaBoost	0,8486	0,8883	0,7255	0,7727	0,7465	0,6389	0,6411	13,2654
CorrelationAttribute Eval-Ranker	Rastgele Orman	0,8466	0,8996	0,7194	0,8352	0,7709	0,6571	0,6629	14,9910
	Lojistik Regresyon	0,8501	0,9015	0,7596	0,8155	0,7844	0,6701	0,6730	15,2724
	CatBoost	0,8480	0,9021	0,7632	0,8086	0,7836	0,6668	0,6690	16,3947
FilteredSubset Eval-GreedyStepwise	Lojistik Regresyon	0,8556	0,8758	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	15,1012
	AdaBoost	0,8556	0,8752	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	13,7368
	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8556	0,8755	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	14,0260

Tablo 8’de görüldüğü üzere genel olarak, Cfs-BF ve Cfs-GS yöntemlerinin uygulandığı veri seti üzerinde çalıştırılan, LDA ve QDA algoritmalarının benzer performans gösterdikleri, GreedyStepwise arama yöntemine göre BestFirst yönteminin uygulandığı veri seti üzerinde çalıştırılan algoritmaların eğitim sürelerinin daha uzun olduğu tespit edilmiştir. CAE-R yönteminin uygulandığı veri setinin analizinde kullanılan algoritmalar incelendiğinde, doğruluk değerinin (%85,01) en yüksek olduğu Lojistik Regresyon

algoritmasının en yüksek AUC değerine (%90,15) sahip olduğu, Rastgele Orman algoritması ile de yüksek bir AUC değerine (%89,96) ulaşıldığı görülmektedir. Rastgele Orman algoritmasının doğruluk değerinin (%84,66) diğer algoritmalarla göre daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak, en yüksek doğruluk değeri, boyut indirgemedede FSE-GS yönteminin kullanıldığı veri setine uygulanan Lojistik Regresyon ve AdaBoost algoritmaları ile elde edilirken (%85,56), en yüksek AUC değerinin CAE-R yönteminin uygulandığı veri setinin analizinde kullanılan CatBoost algoritmasına ait olduğu tespit edilmiştir (%90,21). En yüksek kesinlik ve doğruluk değerlerinin CAE-R yönteminin bulunduğu veri setine uygulanan Lojistik Regresyon ve CatBoost algoritmalarına ait olduğu görülmektedir. Tablo 1’de bulunan veri ayıklama işlemi (MV2) ile üç farklı makine öğrenmesi algoritması kullanılarak elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları dikkate alınarak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC metrikleri ile değerlendirilmiş ve analizler Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. MV2 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
Gradient Boosting	0,8382	0,8667	0,6870	0,7654	0,7225	0,6090	0,6120	15,9486
Rastgele Orman	0,8367	0,8718	0,6279	0,8024	0,7007	0,5914	0,6023	15,9782
CatBoost	0,8374	0,8821	0,6690	0,7745	0,7153	0,6028	0,6079	22,5203

Tablo 9’da görüldüğü üzere %83,82 doğruluk, %76,54 kesinlik ve %68,70 hassasiyet değerine sahip, sınıflandırmanın en başarılı olduğu Gradient Boosting algoritması aynı zamanda ortalama %60,90’lık Kappa ve %61,20’lik MCC değerleri ile bireylerin metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı tutumlarını doğru tahmin etmiştir. Gradient Boosting algoritması ile yapılan analiz sonuçlarına çok yakın bir değer döndüren CatBoost algoritmasının %83,74 doğruluk değeri ile ikinci başarılı sonuç veren algoritma olduğu anlaşılmaktadır. Doğruluk değerinin söz konusu her iki algoritmaya yakın ancak daha düşük olduğu Rastgele Orman algoritmasının %83,67 ortalama değer ile bireylerin metaverse platformlarında cinsel taciz ve zorbalık

olaylarına karşı bakış açılarını tahmin etmede başarılı olduğu görülmektedir. Algoritmalar eğitim süresi kapsamında değerlendirilmiş ve Gradient Boosting algoritmasının 15,9486 saniyelik ortalama ile en hızlı çalışan algoritma olduğu görülmüştür. Söz konusu veri seti üzerinde Tablo 1'de belirtilen veri ayıklama işlemi (MV2) ve Cfs-BF, Cfs-GS, CAE-R ile FSE-GS boyut indirgeme yöntemleri kullanılarak üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları göz önünde bulundurularak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC değerleri açısından değerlendirilmiş ve analize ilişkin bulgular Tablo 10'da verilmiştir.



Tablo 10. MV2/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Boyut İndirgeme	Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
CfsSubsetEval-BestFirst	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8535	0,8855	0,7482	0,7721	0,7578	0,6531	0,6551	14,1595
	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8500	0,8834	0,7687	0,7575	0,7601	0,6515	0,6542	14,6521
	AdaBoost	0,8486	0,8883	0,7255	0,7727	0,7465	0,6389	0,6411	15,8750
CfsSubsetEval-GreedyStep wise	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8535	0,8855	0,7482	0,7721	0,7578	0,6531	0,6551	13,4804
	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8500	0,8834	0,7687	0,7575	0,7601	0,6515	0,6542	15,4178
	AdaBoost	0,8486	0,8883	0,7255	0,7727	0,7465	0,6389	0,6411	15,5986
Correlation AttributeEval-Ranker	Extra Trees	0,8487	0,9091	0,7307	0,8533	0,7848	0,6698	0,6764	17,7314
	CatBoost	0,8528	0,9130	0,7596	0,8402	0,7968	0,6822	0,6853	17,6048
	Rastgele Orman	0,8494	0,9084	0,7253	0,8585	0,7844	0,6707	0,6776	16,6181
FilteredSubsetEval-GreedyStep wise	Lojistik Regresyon	0,8556	0,8758	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	15,8950
	AdaBoost	0,8556	0,8752	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	15,9963
	Doğrusal Diskriminant Analizi	0,8556	0,8755	0,7527	0,7751	0,7617	0,6584	0,6603	18,7913

Tablo 10’da görüldüğü üzere ortalamalara bakıldığında, CAE-R yönteminin uygulandığı veri setinin analizinde kullanılan algoritmalar incelendiğinde, özellikle CatBoost algoritması ile en yüksek AUC değerine (%91,30) ulaşıldığı, Extra Trees ve Rastgele Orman algoritmalarının da yüksek AUC değerlerine (sırasıyla %90,91 ve %90,84) sahip oldukları görülmektedir. FSE-GS boyut indirgeme yönteminin kullanıldığı veri seti

üzerine uygulanan Lojistik Regresyon, AdaBoost ve LDA algoritmalarının en yüksek doğruluk oranına (%85,56) sahip oldukları görülmüş, diğer performans metriklerinde de üstün sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir. Genel olarak, en yüksek doğruluk oranı ve en kısa eğitim süresi FSE-GS yönteminin uygulandığı veri setinde kullanılan Logistic Regression ve AdaBoost algoritmalarında elde edilmiş, en yüksek AUC değeri ise boyun indirgemedede CAE-R yönteminin kullanıldığı veri seti üzerine uygulanan CatBoost algoritmasında gözlemlenmiştir. Tablo 1’de belirtilen veri silme işlemi (MV3) ve üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları göz önünde bulundurularak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC metrikleri açısından değerlendirilmiş ve analiz bulguları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. MV3 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
CatBoost	0,8354	0,8804	0,6476	0,7804	0,7024	0,5906	0,5996	22,8895
Lojistik Regresyon	0,8355	0,8584	0,6946	0,7561	0,7193	0,6037	0,6087	22,2958
Rastgele Orman	0,8347	0,8707	0,5980	0,8153	0,6832	0,5757	0,5927	17,6259

Tablo 11’e göre ortalama %83,55 doğruluk, %75,61 kesinlik ve %69,46 hassasiyet değerlerine, dolayısıyla en başarılı sınıflandırmaya sahip Lojistik Regresyon algoritması ile ortalama %60,37’lik Kappa ve %60,87’lik MCC değerleri elde edilmiş, söz konusu değerler algoritmanın bireylerin metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı tutumlarını tahmin etmede başarılı olduğunu göstermiştir. CatBoost algoritmasının %83,54 doğruluk değeri ile Lojistik Regresyon algoritmasından sonra başarılı sonuç veren ikinci algoritma olduğu görülse de söz konusu değere yakın doğruluğa sahip Rastgele Orman algoritmasının %83,47 ortalama değer ile bireylerin metaverse platformlarında cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı bakış açılarını tahmin etmede başarılı olduğu anlaşılmaktadır. Algoritmalar eğitim süresi kapsamında değerlendirilmiş ve Rastgele Orman algoritmasının 17,6259 saniyelik ortalama ile en

hızlı çalışan algoritma olduğu görülmüştür. Söz konusu veri seti üzerinde Tablo 1’de belirtilen veri ayıklama işlemi (MV3) ile Cfs-BF, Cfs-GS, CAE-R ve FSE-GS boyut indirgeme yöntemleri kullanılarak üç makine öğrenmesi algoritmasından elde edilen sonuçlar, objektifliği sağlamak amacıyla 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları göz önünde bulundurularak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC değerleri kapsamında değerlendirilmiş ve analize ilişkin bulgular Tablo 12’de verilmiştir.



Tablo 12. MV3/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Boyut İndirgeme	Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
CfsSubset Eval-BestFirst	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8411	0,8857	0,7729	0,7295	0,7461	0,6313	0,6362	15,9960
	Naive Bayes	0,8439	0,8933	0,7871	0,7316	0,7535	0,6404	0,6459	17,2925
	AdaBoost	0,8390	0,8908	0,6975	0,7602	0,7227	0,6100	0,6151	16,1734
CfsSubset Eval-GreedyStepwise	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8411	0,8857	0,7729	0,7295	0,7461	0,6313	0,6362	17,4376
	Naive Bayes	0,8439	0,8933	0,7871	0,7316	0,7535	0,6404	0,6459	15,8834
	AdaBoost	0,8390	0,8908	0,6975	0,7602	0,7227	0,6100	0,6151	16,3560
CorrelationAttributeEval-Ranker	Rastgele Orman	0,8382	0,9009	0,6861	0,8392	0,7518	0,6342	0,6437	24,5407
	Extra Trees	0,8369	0,9002	0,7006	0,8237	0,7539	0,6336	0,6407	17,0266
	Lojistik Regresyon	0,8376	0,8868	0,7195	0,8101	0,7597	0,6381	0,6427	21,1001
FilteredSubsetEval - GreedyStepwise	Naive Bayes	0,8382	0,8768	0,7729	0,7283	0,7441	0,6272	0,6332	25,0863
	Lojistik Regresyon	0,8375	0,8723	0,7425	0,7413	0,7329	0,6175	0,6253	50,5189
	AdaBoost	0,8397	0,8729	0,7540	0,7398	0,7388	0,6243	0,6315	28,3405

Tablo 12’de görüldüğü üzere ortalamalara bakıldığında, Cfs-BF ve Cfs-GS yöntemlerinin uygulandığı veri seti üzerinde analizlerin gerçekleştirildiği, söz konusu analiz sonucunda QDA ve Naive Bayes algoritmalarının sırasıyla %84,11 ve %84,39 doğruluk değerlerini elde ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, Naive Bayes algoritmasının %89,33'lük AUC değerine sahip olduğu görülmüştür. AdaBoost algoritması, doğruluk (%83,90) ve AUC (%89,08) değerlerinden de anlaşılacağı üzere tatmin edici bir performans düzeyi göstermektedir. CAE-R boyut indirgeme yönteminin kullanıldığı veri

seti üzerine uygulanan algoritmalar incelendiğinde, özellikle Rastgele Orman algoritması (AUC: %90,09) ve Extra Trees algoritmasının (AUC: %90,02) birlikte yüksek AUC değerine sahip oldukları görülmüş, Rastgele Orman algoritması ile elde edilen doğruluk değerinin diğer algoritmalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Boyut indirgemedede FSE-GS yönteminin kullanıldığı veri seti üzerine uygulanan algoritmalar değerlendirildiğinde, Naive Bayes ve Lojistik Regresyon algoritmaları ile sırasıyla %83,82 ve %83,75 doğruluk değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Söz konusu yöntemde AdaBoost algoritması yüksek doğruluk (%83,97) ve F1 (%73,88) değerleri ile yüksek performans göstermiştir. Ancak söz konusu boyut indirgeme yönteminin uygulandığı veri setinin analizinde kullanılan algoritmaların eğitim sürelerinin diğer yöntemlere göre önemli ölçüde uzun olduğu anlaşılmıştır. Tablo 1’de belirtilen veri silme işlemi (MV4) ve üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları dikkate alınarak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC metrikleri doğrultusunda değerlendirilmiş ve analize ait bulgular Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. MV4 Veri Ayıklama İşleminin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
Lojistik Regresyon	0,8355	0,8584	0,6946	0,7561	0,7193	0,6037	0,6087	42,3112
CatBoost	0,8354	0,8804	0,6476	0,7804	0,7024	0,5906	0,5996	156,3167
Rastgele Orman	0,8361	0,8709	0,5982	0,8213	0,6850	0,5789	0,5968	89,8633

Tablo 13’te görüldüğü üzere sınıflandırmanın en başarılı olduğu Rastgele Orman algoritması ile bireylerin metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı tutumları ortalama olarak %83,61 doğruluk, %82,13 kesinlik ve %59,82 hassasiyet oranı ile doğru tahmin edilmiştir. Ayrıca en iyi tahmin sonuçlarına göre Rastgele Orman algoritması ile sırasıyla ortalama %57,89’luk Kappa ve %59,68’lik MCC değerinin elde edildiği görülmektedir. Lojistik Regresyon algoritmasının %83,55 doğruluk değeri ile Rastgele Orman algoritmasından sonra başarılı sonuç veren ikinci

algoritma olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu her iki algoritmaya göre doğruluk değerinin daha düşük olduğu CatBoost algoritmasının %83,54 ortalama değeri ile bireylerin metaverse platformlarında cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı bakış açılarını tahmin etmede başarılı olduğu görülmektedir. Algoritmalar eğitim süresi kapsamında değerlendirilmiş ve Lojistik Regresyon algoritmasının 42,3112 saniyelik ortalama ile en hızlı çalışan algoritma olduğu görülmüştür. Söz konusu veri seti üzerinde Tablo 1'de belirtilen veri ayıklama işlemi (MV4) ve Cfs-BF, Cfs-GS, CAE-R ile FSE-GS boyut indirgeme yöntemleri kullanılarak üç farklı makine öğrenmesi algoritması ile elde edilen sonuçlar, 3, 7 ve 10 kat çapraz doğrulama ortalamaları göz önünde bulundurularak doğruluk, AUC, hassasiyet, kesinlik, F1 skoru, Kappa ve MCC değerleri kapsamında değerlendirilmiş ve analizler Tablo 14'te verilmiştir.



Tablo 14. MV4/Boyut İndirgeme Yöntemlerinin Uygulandığı Veri Seti Üzerinde Çalıştırılan Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırması

Boyut İndirgeme	Model	Doğruluk	AUC	Hassasiyet	Kesinlik	F1	Kappa	MCC	TT(Sec)
CfsSubsetEval-BestFirst	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8411	0,8857	0,7729	0,7295	0,7461	0,6313	0,6362	62,7475
	Naive Bayes	0,8439	0,8933	0,7871	0,7316	0,7535	0,6404	0,6459	37,2733
	AdaBoost	0,8390	0,8908	0,6975	0,7602	0,7227	0,6100	0,6151	53,8667
CfsSubsetEval-GreedyStepwise	Kuadratik Diskriminant Analizi	0,8411	0,8857	0,7729	0,7295	0,7461	0,6313	0,6362	22,0249
	Naive Bayes	0,8439	0,8933	0,7871	0,7316	0,7535	0,6404	0,6459	17,8747
	AdaBoost	0,8390	0,8908	0,6975	0,7602	0,7227	0,6100	0,6151	19,5552
Correlation AttributeEval-Ranker	Lojistik Regresyon	0,8627	0,9051	0,7784	0,8466	0,8098	0,7027	0,7055	26,1735
	CatBoost	0,8598	0,9164	0,7747	0,8425	0,8061	0,6967	0,6993	28,4987
	Rastgele Orman	0,8577	0,9133	0,7480	0,8567	0,7969	0,6884	0,6936	27,5084
FilteredSubsetEval-GreedyStepwise	Naive Bayes	0,8382	0,8768	0,7729	0,7283	0,7441	0,6272	0,6332	25,0863
	Lojistik Regresyon	0,8375	0,8723	0,7425	0,7413	0,7329	0,6175	0,6253	50,5189
	AdaBoost	0,8397	0,8729	0,7540	0,7398	0,7388	0,6243	0,6315	28,3405

Tablo 14’te görüldüğü üzere ortalamalara bakıldığında en yüksek doğruluk değerinin (%86,27), CAE-R yöntemi aracılığıyla elde edilen Lojistik Regresyon algoritmasına ait olduğu görülmektedir. Söz konusu doğruluk değeri, hem genel performans hem de AUC değeri (%90,51) açısından son derece tatmin edici bir sonuç sunmaktadır. Naive Bayes algoritmasının, %84,39 doğruluk ve %89,33 AUC değeri ile dikkate değer bir performans sergilediği anlaşılmaktadır. Cfs-BF ve Cfs-GS yöntemlerinin uygulandığı veri setinin analizinde kullanılan, QDA ve Naive Bayes algoritmalarının sırasıyla

%84,11 ve %84,39 ile benzer doğruluk değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Boyut indirgemedede FSE-GS yönteminin kullanıldığı veri setine uygulanan algoritmalar incelendiğinde, Naive Bayes ve Lojistik Regresyon algoritmalarının ortalama doğruluk değerlerine (%83,82 ve %83,75) sahip oldukları, AdaBoost algoritmasının ise %83,97 doğruluk değeri elde ettiği tespit edilmiştir.



SONUÇ

İnternetin 1990'lı yıllardaki popülaritesinden beri siber uzayın (sanal alan) gelişimini devam ettirdiği görülmektedir. Söz konusu gelişimin, sanal/dijital içeriklerin 2 boyutlu alanları aşarak 3 boyutlu ortamlara geçişinin fitilini ateşlediği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, 3 boyutlu sanal bir alan olan ve “internetin bir sonraki evrimi”, “gerçekliğin dijital bir uzantısı”, “sanal ile gerçek dünya arasında bir köprü” gibi ifadelerle tanımlanan Metaverse kavramının ortaya çıktığı görülmektedir. Yaklaşık 30 yıl önce Snow Crash adlı romanda kurgusal olarak ilk defa tanımlanmış Metaverse, günümüzde insanların artırılmış sanal gerçeklik cihazlarına tamamen mental olarak bağlı hissettikleri sanal bir evrene atıfta bulunmaktadır. Mobil internetin halefi olarak adlandırılan Metaverse’ün, son yıllarda ilgili teknolojilerin gelişmesiyle tüm dünyada büyük bir ilgi gördüğü ifade edilmektedir. Çeşitli sanal deneyimlerin sunulduğu XR, AR, MR, VR ile 5G/6G, Blok Zincir, Dijital ikiz, Haptik, IoT ve Yapay Zeka gibi söz konusu teknolojileri içeren Metaverse’ün yeni bir dijital deneyim ve etkileşim çağını başlattığı görülmekte ve söz konusu deneyimleri, bilgisayar tarafından oluşturulmuş görüntü olarak da ifade edilen avatarlar aracılığıyla kullanıcılar için keşfetme, sosyalleşme, bağlantı kurma aynı zamanda yeni meslek grupları edinme gibi birçok eğlenceli fırsata dönüştürdüğü anlaşılmaktadır.

Cinsiyet, ırk ve fiziksel engel kavramlarının ortadan kalktığı, daha doğrudan ve fiziksel etkileşimler ile toplum için büyük yarar sağladığı düşünülen Metaverse, sanal alanın dijital “büyük patlaması” olarak ifade edilse de kullanıcılar arasında büyüyen gizlilik ve güvenlik endişelerinin yaşandığı gerçekçi bir toplumu yansıtmaktadır. Eğitim, kültür/sanat, sağlık, turizm ve oyun gibi birçok alanda hizmet veren Metaverse’ün, çeşitli sanal platformları (Second Life, Roblox, HorizonWorld, VrChat, Zepeto vb.) içerdiği, söz konusu platformlarda avatarlar arası etkileşimlerin/aktivitelerin bulunduğu görülmekte ancak kullanıcıların bu deneyimleri avatarları aracılığıyla yaşadıkları düşünüldüğünde anonimleşme fikrinin bahsi geçen gizlilik/güvenlik sorunları ile psikolojik rahatsızlıklara ek zorbalık ve cinsel taciz risklerine de davetiye çıkardığı anlaşılmaktadır. Metaverse ortamında zorbalık, birey veya grupları yayılmış utanç verici

özel bilgilerle korkutma, tehditkar/baskıcı konuşmalar ile aşağılama ve yalan yanlış söylemlerle mental olarak yıldırma gibi eylemleri içermektedir. Bireylerin birden fazla duyularını harekete geçirmelerini sağlayan ve daha gerçekçi bir deneyim sunan XR teknolojisi, Metaverse ortamında zorbalığın yanı sıra önemli bir sorun haline gelen ve cinsel şaka, istek, yorum, temas ve çeşitli sapkın davranışları içeren cinsel tacizin de mağdurlar üzerindeki olumsuz etkisini artırmaya ve mağdurların söz konusu sorunu gerçek hayatta yaşamış hissine kapılmalarına neden olmaktadır. Dolayısıyla zorbalık ve özellikle de cinsel taciz mağdurlarının olay sonrası, fiziksel ortamda yaşanmış gibi yüksek kalp atışları, travma sonrası stres, panik atak, anksiyete, depresyon ve intihara kadar varan ciddi ruhsal ve fiziksel sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Bu kapsamda, açık ve savunmasız olan Metaverse ortamında cinsel taciz ve zorbalık başta olmak üzere, veri hırsızlığı, kara para aklama, takip, terörizm savunuculuğu, çocuk istismarı gibi toplum güvenliğini tehdit edecek suç unsurlarının tespit edilmesi ve önlenmesi konusunda yetkililerin bir araya gelerek bazı yaptırımları gündeme getirmeleri ve kanunların söz konusu riskler çerçevesinde düzenlenmelerinin yanı sıra daha güvenli ve daha saygılı bir kültürün oluşturulması da önemlidir.

Bu çalışma ile bireylerin metaverse platformlarında cinsel taciz ve zorbalık olaylarına karşı bakış açılarının tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Dolayısıyla klasik makine öğrenmesi algoritmaları ile veri seti üzerine uygulanmış çeşitli öznitelik seçim yöntemleri, accuracy, recall, precision vb. metrikler ile değerlendirilmiştir. Söz konusu çalışmanın örneklemini Aksaray Üniversitesi'nde çeşitli fakültelerde eğitim gören toplam 684 öğrenci oluşturmaktadır. Metaverse platformlarında görülen cinsel taciz ve zorbalık farkındalığı anketi ile elde edilen ve 31 öznitelik ile 684 örnekten oluşan veriler (ön işleme sonrası öznitelik ve örnek sayılarında değişiklik olmuştur) açık kaynaklı ve web tabanlı bir Tümlşik Geliştirme Ortamı (IDE) olan Jupyter Notebook'a aktarılmış ve Python kütüphanesi "Pycaret" ile incelenmiştir. Çalışmada sırasıyla;

- Ham veri setinin incelenmesi ve uygun veri ön işleme yöntemlerinin uygulanması,
- Öznitelik seçimlerinin yapılması için MV1 Veri Seti, MV2 Veri Seti, MV3 Veri Seti ve MV4 Veri Setinin oluşturulması,
- Veri ön işlemlerin uygulandığı MV1-MV4 ile MV2-MV3 veri setlerinde öznitelik seçme yöntemlerinin uygulanması,

- Veri ön işleminin uygulandığı veri setleri ile ön işleme sonrası öznitelik seçme yöntemlerinin uygulandığı veri setlerinde en başarılı 3 makine öğrenmesi algoritmasının çalıştırılması,
- Söz konusu makine öğrenmesi algoritmalarının doğruluk, hatırlatma, kesinlik, kappa, mcc, süre vb. metrikler kapsamında karşılaştırılmaları işlemleri uygulanmıştır.

Bu çalışmada veri ayıklama yönteminin uygulandığı veri seti (Metaverse ölçeği) analizinde toplam 4 farklı öznitelik seçme (Cfs-BF/Cfs-GS/CAE-R/FSE-GS) ve 9 ayrı klasik makine öğrenmesi yöntemi (Naive Bayes, Lojistik Regresyon, AdaBoost, Rastgele Orman, CatBoost, QDA, Extra Trees, LDA ve Gradient Boosting) kullanılmıştır. Bu kapsamda, sınıflandırmayı en çok etkileyen anket sorularını belirlemek amacıyla farklı boyut indirgeme algoritmalarının kullanıldığı söz konusu bu çalışmada, her biri 30 (MV1/MV4) ve 31 (MV2-MV3) öznitelik (anket sorusu) içeren dört farklı veri seti kullanılmıştır. Tüm veri setlerinde "Zorbalık ve tacizin Metaverse platformlarında bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?" (k30/k31 öznitelik no.lu) sorusu hedef değişken olarak kabul edilmiştir. Farklı boyut indirgeme algoritmaları, sınıflandırmayı en anlamlı kılan anket soruları konusunda bazı farklılıklar içermektedir. Bununla birlikte, "Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?", "Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?", "Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?" ve "İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma/yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?" sorularının en önemli öznitelikler arasında olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu özniteliklerin bu çalışma kapsamında anlamlı oldukları ve sınıflandırma sürecini etkiledikleri görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca söz konusu anlamlı öznitelikleri içeren veri setleri üzerinde makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılan sınıflandırmaların performansları analiz edilmiştir. Bu bağlamda, en yüksek doğruluk değerinin %86.27 ortalama ile Lojistik Regresyon algoritmasına ait olduğu görülürken, aynı yönteme ait AUC skorunun %90.51 olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu değer, tacizin bir sorun olduğunu düşünen ve “evet” cevabını veren öğrencilerle “hayır” cevabını veren öğrenciler arasında anlamlı bir ayrımın bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca en iyi tahmin sonuçlarına göre Lojistik Regresyon yöntemi ile sırasıyla %70,27’lik Kappa ve %70,55’lik MCC değeri elde edilmiştir. MCC değerinin sıfıra yakın olması, doğru pozitif ile negatifleri anlamlı bir şekilde tanımlarken yanlış negatif

ve pozitiflerin en aza indirildiğini, dolayısıyla modelin “evet” diyen öğrencilerle (taciz bir sorundur) “hayır” diyen öğrenciler arasında ayırım yapma konusunda iyi bir performans sergilediğini göstermektedir. Doğruluk değerinin modelin, her bir sınıf için nasıl performans gösterdiği hakkında genel bir fikir verdiği, dolayısıyla daha ayrıntılı bir anlayışın (“evet” tahminlerinin kaçının gerçekten doğru olduğunun anlaşılması, taciz/zorbalığın bir sorun olduğunu düşünen kaç öğrencinin model tarafından doğru bir şekilde tanımlanması gibi) sağlanması amacıyla kesinlik ve hassasiyet değerlerinin de göz önünde bulundurulmasının önem taşıdığı görülmektedir. Bu bağlamda en yüksek hassasiyet ve kesinlik değerlerinin sırasıyla %77,84 ve %84,66 ortalamalar ile Logistic Regression algoritmasına ait olduğu görülmektedir. F1 - skoru, kesinlik ve hassasiyet değerlerinin geometrik ortalamalarını ifade eder, dolayısıyla her iki değerin tek bir metrikte birleştirildiği ve genel model performansını değerlendirmek için kullanıldığı bir ölçüm değeridir. Bu bağlamda Lojistik Regresyon algoritmasının %80,98 ortalama ile en yüksek f1 - skoru değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Lojistik Regresyon algoritmasının ardından birbirine çok yakın değerler alan CatBoost ve Rastgele Orman algoritmalarının sırasıyla ortalama %85,98 ile %85,77 doğruluk değerine sahip oldukları görülmektedir. Söz konusu yöntemler eğitim süresi kapsamında değerlendirilmiş ve 21 tablonun yaklaşık yarısında bulunan Lojistik Regresyon (10) ile AdaBoost (8) yöntemlerinin diğer algoritmaların bulunma sıklıkları göz önünde bulundurulduğunda sırasıyla 29,6 ve 23,6 saniyelik ortalamalar ile daha hızlı çalıştıkları görülmüştür.

Literatür incelendiğinde söz konusu çalışma ile uyumlu herhangi bir çalışmaya rastlanmamış, dolayısıyla siber zorbalık, siber takip, siber saldırganlık vb. kavramlarla makine öğrenmesi yöntemlerinin karşılaştırıldığı bazı çalışmalara yer verilmiştir. Bu kapsamda, Azeez ve Fadhal (2023)’ın yaptığı çalışmada, çevrimiçi sosyal medya ağlarında sanal tacizi 7 ayrı makine öğrenmesi algoritması ve 4 farklı topluluk öğrenme modeli uygulanarak sınıflandırması amaçlanmış, her iki yöntem 4 farklı veri seti üzerinde analiz edilerek değerlendirilmiş ve en yüksek doğruluğa sahip yöntemin “veri seti 3” için 0,9258 ile Rastgele Orman topluluğuna ait olduğu sonucuna ulaşıldığı ifade edilmiştir. Bir diğer çalışmada, siber zorbalığı azaltmak amacıyla siber zorbalık tespit modelinin önerildiği görülmüş, bu bağlamda Formspring’den alınan veriler üzerine sınıflandırmanın daha doğru olması için özellik çıkarma yöntemi CountVectorizer’ın uygulandığı, ayrıca 9 farklı makine öğrenmesi yöntemi ile Doğal Dil İşleme tekniklerinin denendiği ve en başarılı sonucun %86,52 ile AdaBoost’a ait olduğu anlaşılmıştır (Sahana

ve Darem, 2023). Gautam ve Bansal (2022)'ın yaptığı çalışmada, siber taciz tespit modeli önerilmiş, iki ayrı özellik çıkarma yöntemlerinin uygulandığı söz konusu model çerçevesinde 6 farklı makine öğrenmesi algoritmalarının performansları incelenmiş ve en yüksek doğruluk değerine sahip algoritmaların sırasıyla Lojistik Regresyon (BagofWords ile %92,6/TF-IDF ile %92) ve Destek Vektör Makinesi (BagofWords ile %92,5/TF-IDF ile %91,9) olduğu sonucuna varılmıştır. İspanyolca konuşan sosyal medya kullanıcılarının siber saldırı durumlarını makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflandırmayı amaçlayan bir diğer çalışmada, 3 farklı yöntemin uygulanmasının ardından en başarılı algoritmanın %90 üzeri bir değer ile OneR olduğu ifade edilmiştir (Gutiérrez-Esparza, Vallejo-Allende ve Hernández-Torruco, 2019).

Bu çalışmada Windows 8 İşletim Sistemi, Intel Core i5-5200u @2.20 GHz İşlemci, 8GB RAM ve 802.11n Wi-Fi Ağ Bağlantısına sahip bilgisayar kullanılarak yöntemlerin analizi gerçekleştirilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda, daha güçlü donanım kaynaklarının kullanılmasıyla veri ve model depolama, büyük veri setlerinin indirilmesi ve aktarılması gibi işlemlerin hızlandırılabilceği düşünülmektedir. Bu sayede, makine öğrenmesi yöntemlerinin eğitim sürelerinin kısalması ve sonuçlarda daha yüksek doğruluk elde edilmesi mümkün olabilir. Analizlerde farklı makine öğrenmesi algoritmaları ve boyut indirgeme yöntemleri kullanılabilir. Makine öğrenmesi algoritmaları üzerinde parametre ayarlama (tune model) ve en iyi sonucu veren yöntemleri birlikte çalıştırma (blending model) gibi optimizasyonlar uygulanarak tekrar analiz edilebilir. Veri setinde örnek sayısının artırılması ile çalışmada kullanılan yöntemlerin doğruluk değerlerinde bir artışın söz konusu olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abirami, B., Pradeepa, K., Vithrapathy, N., & Shafiq, N. (2018). Haptic Technology. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(2), 719-721.
- Abraham, A. (2005). Artificial Neural Networks. *Handbook of measuring system design*.
- Adari, G. K., Raja, M., & Vijaya, P. (2023). Machine Learning In Genomics: Identification And Modeling Of Anticancer Peptides. In *Data Science for Genomics* (pp. 25-68). Academic Press.
- Agnusdei, G. P., Elia, V., & Gnoni, M. G. (2021). Is Digital Twin Technology Supporting Safety Management? A Bibliometric And Systematic Review. *Applied Sciences*, 11(6), 2767.
- Ajgar, A., Ajgar, Y., & Bagul, P. (2022). Key Security Challenges For Women In Metaverse And Solutions To Overcome Those Challenges.
- Akhtaruzzaman, M., & Shafie, A. A. (2010, October). Evolution Of Humanoid Robot And Contribution Of Various Countries In Advancing The Research And Development Of The Platform. In *ICCAS 2010* (pp. 1021-1028). IEEE.
- Akin, H. L., Topalov, A., & Kaynak, O. (2002). Cerberus 2001 Team Description. In *RoboCup 2001: Robot Soccer World Cup V 5* (pp. 689-692). Springer Berlin Heidelberg.
- Akkurt, R. (2021). Geçmişten Günümüze Kablosuz Mobil İletişim Teknolojileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 115-119.
- Akkus, H. T., Gursoy, S., Dogan, M., & Demir, A. B. (2022). Metaverse And Metaverse Cryptocurrencies (Meta Coins): Bubbles Or Future?. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 9(1), 22-29.
- Alasadi, S. A., & Bhaya, W. S. (2017). Review Of Data Preprocessing Techniques In Data Mining. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(16), 4102-4107.
- Alavi, A. H., Feng, M. Q., Jiao, P., & Sharif-Khodaei, Z. (2022). Advanced Sensing And Monitoring Systems For Smart Cities. In *The Rise of Smart Cities* (pp. 1-26). Butterworth-Heinemann.

Ali, M. (2023, 19 Mart). *Announcing PyCaret 3.0 - An Open-Source, Low-Code Machine Learning Library in Python*. Medium. <https://moez-62905.medium.com/announcing-pycaret-3-0-an-open-source-low-code-machine-learning-library-in-python-7479e9190fa1#:~:text=PyCaret%20is%20an%20open-source,and%20makes%20you%20more%20productive>

Ali, S., Abdullah, Armand, T. P. T., Athar, A., Hussain, A., Ali, M., ... & Kim, H. C. (2023). Metaverse in healthcare integrated with explainable ai and blockchain: Enabling immersiveness, ensuring trust, and providing patient data security. *Sensors*, 23(2), 565.

Alibaba Cloud. (2023, 17 Kasım). *The Metaverse's Benefits and Drawbacks*. <https://www.alibabacloud.com/tr/knowledge/tech/metaverse-benefits-and-drawbacks>

Allen, N. J. (2023, 9 Temmuz). *Sebastien Borget: the Mastermind Behind the Creation of Sandbox. The Coin Republic*. <https://www.thecoinrepublic.com/2023/07/09/sebastien-borget-the-mastermind-behind-the-creation-of-sandbox/>

AlmaBetter. (2024, 4 Şubat). *AdaBoost Algorithm in Machine Learning*. <https://www.almabetter.com/bytes/tutorials/data-science/adaboost-algorithm>

Altexsoft. (2024, 29 Mart). *Semi-Supervised Learning, Explained with Examples*. <https://www.altexsoft.com/blog/semi-supervised-learning/>

Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018, November). Machine Learning From Theory To Algorithms: An Overview. In *Journal of physics: conference series* (Vol. 1142, p. 012012). IOP Publishing.

Ammous, S. (2016). Blockchain Technology: What Is It Good For?. *Available at SSRN 2832751*.

Anderson, J., & Rainie, L. (2022). The Metaverse In 2040. *Pew Research Centre*, 30.

Annison, T. (2022, 29 Haziran). *The Future of Financial Crime in the Metaverse*. ELLIPTIC.

<https://www.elliptic.co/hubfs/Crime%20in%20the%20Metaverse%202022%20final.pdf>

Arat, M. M. (2022, 23 Ocak). Model Bozunması: Veri Kayması ve Konsept Kayması. *Mustafa Murat Arat*. https://mmuratarat.github.io/turkish/2022-01-23/model_concept_data_drift

- Arf, C. (1959). Makine Düşünebilir mi ve Nasıl Düşünebilir? Atatürk Üniversitesi 1958-1959 Öğretim Yılı Halk Konferansları (1), 91-103.
- Arnaiz, L. C. (2015). Echoes of The Tempest in Tron: Legacy. In *Shakespearean Echoes* (pp. 120-129). London: Palgrave Macmillan UK.
- Arora, S. (2023, 9 Temmuz). *Machine Learning for Classification: Quadratic Discriminant Analysis vs Logistic Regression*. Medium. <https://medium.com/analytics-vidhya/machine-learning-for-classification-quadratic-discriminant-analysis-vs-logistic-regression-582dd748fe03>
- Arslan, M. (2022). Metaverse'in Akıllı Kent Hizmetlerine Etkisi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(27), 292-303.
- Artaud, Antonin. The Theater and Its Double, çev. Mary Caroline Richards. A.B.D., 1958.
- Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, Use Cases, Challenges, And Opportunities. *Decision Analytics Journal*, 100165.
- Avcu, Y. E., Tilki, Z., Dereli, A., & Aksoy, İ. (2023). Lise Öğrencileri Metaverse Hakkında Ne Düşünüyor? Bir Karma Yöntem Araştırması. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 5(9), 603-636.
- Averbek, G. S., & Türkyılmaz, C. A. (2022). Sanal Evrende Markaların Geleceği: Yeni İnternet Dünyası Metaverse Ve Marka Uygulamaları. *Sosyal Bilimlerde Multidisipliner Çalışmalar Teori, Uygulama ve Analizler*, 99.
- AWE. (2022, 1 Haziran). *AWE USA 2022, Main Stage Keynotes: Day1* [Video]. <https://youtu.be/11cEqGDjvcU>
- AWS. (2023, 13 Aralık). *Pekiştirmeli Öğrenme Nedir?*. <https://aws.amazon.com/tr/what-is/reinforcement-learning/>
- AYDIN, Ş. E. (2017). Yapay Zekâ Teknolojisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ve Teknoloji Yönetimi*, 32.
- Azeez, N. A., & Fadhal, E. (2023). Classification of Virtual Harassment on Social Networks Using Ensemble Learning Techniques. *Applied Sciences*, 13(7), 4570.

- Bale, A. S., Ghorpade, N., Hashim, M. F., Vaishnav, J., & Almaspoor, Z. (2022). A Comprehensive Study On Metaverse And Its Impacts On Humans. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2022.
- Ball, M. (2022). *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*. Liveright Publishing.
- Balouch, F. A., Wafa, K. M., & Ahmad, A. (2022). Internet Of Things (Iot), Its Application Area And Combination With Gps. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(1), 725-734.
- Banoula, M. (2023, 23 Mayıs). *Classification in Machine Learning: What it is & Classification Models*. Simplilearn. <https://www.simplilearn.com/tutorials/machine-learning-tutorial/classification-in-machine-learning>
- Baroroh, D. K., Pan, J. K., Chen, S. M., & Chu, C. H. Industrial Product Demonstration in Metaverse using XR Technologies.
- Baskar, S. S., Arockiam, L., & Charles, S. (2013). A Systematic Approach On Data Pre-Processing In Data Mining. *Compusoft*, 2(11), 335.
- Başol, Ş., Dömbekci, H. A., & Öztürk, Y. E. (2023). Metaverse Evreninde Sağlık Hizmetleri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (19), 275-289.
- Bayer, D., Haber, S., & Stornetta, W. S. (1993). Improving The Efficiency And Reliability Of Digital Time-Stamping. In *Sequences II: Methods in Communication, Security, and Computer Science* (pp. 329-334). Springer New York.
- Belotti, M., Božić, N., Pujolle, G., & Secci, S. (2019). A Vademecum On Blockchain Technologies: When, Which, And How. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(4), 3796-3838.
- Bentéjac, C., Csörgő, A., & Martínez-Muñoz, G. (2021). A Comparative Analysis Of Gradient Boosting Algorithms. *Artificial Intelligence Review*, 54, 1937-1967.
- Berente, N., Gu, B., Recker, J., & Santhanam, R. (2021). Managing Artificial Intelligence. *MIS quarterly*, 45(3).
- Bewtra, A. (2022, 1 Temmuz). *The Ultimate Guide to Semi-Supervised Learning*. V7. (2022). <https://www.v7labs.com/blog/semi-supervised-learning-guide>

- Bhatt, S. (2018, 19 Mart). *Reinforcement Learning 101*. TDS. <https://towardsdatascience.com/reinforcement-learning-101-e24b50e1d292>
- Bilgin, M. (2017). Gerçek Veri Setlerinde Klasik Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Performans Analizi. *Breast*, 2(9), 683.
- Billinghurst, M. (2021). Grand Challenges For Augmented Reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 12.
- Bolger, R. K. (2021). Finding Wholes In The Metaverse: Posthuman Mystics As Agents Of Evolutionary Contextualization. *Religions*, 12(9), 768.
- Botín-Sanabria, D. M., Mihaita, A. S., Peimbert-García, R. E., Ramírez-Moreno, M. A., Ramírez-Mendoza, R. A., & Lozoya-Santos, J. D. J. (2022). Digital Twin Technology Challenges And Applications: A Comprehensive Review. *Remote Sensing*, 14(6), 1335.
- Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: An Overview Of The Potential Of 3-d Virtual Worlds In Medical And Health Education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233-245.
- Boztepe, A. Ş. (2019, 20 Kasım). Şehirlerin 'dijital ikizi' ile Afetlere Önlem Alınacak. <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/sehirlerin-dijital-ikizi-ile-afetlere-onlem-alinacak/1650482>
- Bradbury, R. (1972). *The Veldt*. Dramatic Publishing.
- Brank, E. M., Hoetger, L. A., & Hazen, K. P. (2012). Bullying. *Annual Review of Law and Social Science*, 8, 213-230.
- Britt, A. (2008, 8 Ağustos). *Avatar*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2008/08/10/magazine/10wwln-guest-t.html#:~:text=Derived%20from%20the%20Sanskrit%20avatra,%2C%E2%80%9D%20of%20the%20god%20himself>
- Bromley, A. G. (1982). Charles Babbage's Analytical Engine, 1838. *Annals of the History of Computing*, 4(3), 196-217.
- Brooks, R. (2023, 17 Ağustos). *What Is Reinforcement Learning?*. University of York. <https://online.york.ac.uk/what-is-reinforcement-learning/>
- Brownlee, J. (2020, 17 Aralık). *What Is Semi-Supervised Learning*. Machine Learning Mastery. <https://machinelearningmastery.com/what-is-semi-supervised-learning/>

- Brownlee, J. (2021, 27 Nisan). *Extreme Gradient Boosting (XGBoost) Ensemble in Python*. Machine Learning Mastery. <https://machinelearningmastery.com/extreme-gradient-boosting-ensemble-in-python/>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. N. D. R. E. W. (2017). Artificial Intelligence, For Real. *Harvard business review*, 1, 1-31.
- Buchholz, F., Oppermann, L., & Prinz, W. (2022). There's More Than One Metaverse. *i-com*, 21(3), 313-324.
- Budu, E. (2023, 15 Mayıs). *Random Forest vs. Extremely Randomized Trees*. Baeldung. <https://www.baeldung.com/cs/random-forest-vs-extremely-randomized-trees>
- Cambridge Dictionary. (2023, 10 Nisan). *Meaning Of Metaverse In English*. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/metaverse>
- Cambridge Dictionary. (2023, 13 Ekim). *Meaning Of Harassment In English*. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/harassment>
- Cambridge Dictionary. (2024, 27 Şubat). *Meaning Of Avatar In English*. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/avatar>
- Campbell, M., Hoane Jr, A. J., & Hsu, F. H. (2002). Deep Blue. *Artificial intelligence*, 134(1-2), 57-83.
- Carew, J. M. (2023, 16 Ağustos). *What Is Reinforcement Learning?*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/reinforcement-learning#:~:text=Reinforcement%20learning%20is%20a%20machine,learn%20through%20trial%20and%20error.>
- Casillo, K., & Powell, A. (2023, 10 Ekim). *Evil Twins In The Metaverse: A Safe Haven For Identity Theft And Fraud?*. ENS. <https://www.ensafrica.com/news/detail/7687/evil-twins-in-the-metaverse-a-safe-haven-for->
- CatBoost. (2018, 26 Ağustos). *CatBoost*. <https://catboost.ai/>
- CBOT. (2022, 6 Mart). *Diyalogsal Yapay Zekanın Metaverse'deki Rolü*. <https://www.cbot.ai/tr/diyalogsal-yapay-zekanin-metaversedeki-rolu/>
- Çelik, G. (2023). A New Field In Music Production: Metaverse Concerts. *Ege Üniversitesi İletişim Fakültesi Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli E-Dergisi*, (12), 4-24.

- Çetin, V., & Yıldız, O. (2022). A Comprehensive Review On Data Preprocessing Techniques In Data Analysis. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2), 299-312.
- Chen, B. (2021, 29 Eylül). A Practical Introduction to 9 Regression Algorithms. Medium. <https://towardsdatascience.com/a-practical-introduction-to-9-regression-algorithms-389057f86eb9>
- Chicco, D., & Jurman, G. (2020). The Advantages Of The Matthews Correlation Coefficient (Mcc) Over F1 Score And Accuracy In Binary Classification Evaluation. *BMC genomics*, 21(1), 1-13.
- Chohan, R., & Schmidt-Devlin, E. (2023). Sports Fandom In The Metaverse: Marketing Implications And Research Agenda. *Marketing Letters*, 1-14.
- Choi, E., & Lee, Y. S. (2021). A Study On The Planning Of Minhwa Museum Utilizing The Metaverse Platform: Focusing On Zepeto Case. *Journal of Korea Game Society*, 21(6), 63-74.
- Choi, M., Azzaoui, A. E., Singh, S. K., Salim, M. M., Jeremiah, S. R., & Park, J. H. (2022). The Future of Metaverse: Security Issues, Requirements, and Solutions. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 12.
- Chowdhary, K., & Chowdhary, K. R. (2020). Natural Language Processing. *Fundamentals of artificial intelligence*, 603-649.
- Cirisano, T. (2020). Getting In The Game: With His Record-Setting (And Eye-Popping) Performance In Fortnite, Travis Scott Proved That Limitless Creative Potential--And A Captive, Merch-Mad Audience--Could Make Video Games The Most Lucrative New Frontier For The Live-Music Business. *Billboard*, 132(11), 36-43.
- Clayton, J., & Dyer, J. (2022, 15 Şubat). *Roblox: The Children's Game With A Sex Problem*. BBC. <https://www.bbc.com/news/technology-60314572>
- CNET Highlights. (2022, 9 Ağustos). *Watch Nvidia's Jensen Huang Deliver Opening Metaverse Remarks (Siggraph 2022)* [Video]. <https://youtu.be/uJIGAGUmzUQ>
- Cohen-Almagor, R. (2013). Internet History. In *Moral, ethical, and social dilemmas in the age of technology: Theories and practice* (pp. 19-39). IGI Global.

COMMSBRIEF. <https://commsbrief.com/what-do-the-terms-1g-2g-3g-4g-and-5g-really-mean/>

Constantin, M., Genovese, G., Munawar, K., & Stone, R. (2023, 4 Mayıs). *Tourism In The Metaverse: Can Travel Go Virtual?*. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/tourism-in-the-metaverse-can-travel-go-virtual>

Dalimu, S., Putra, A., & Azi, R. The Portrayal And The Effects Of Hyperreality In Ready Player One Movie By Steven Spielberg (The Application Of Jean Baudrillard's Theory).

Dash, A., Pal, S., & Hegde, C. (2018). Ransomware auto-detection in IoT devices using machine learning. *no. December*, 0-10.

Dave, D., Celestino, A., Varde, A. S., & Anu, V. (2022). Management of Implicit Requirements Data in Large SRS Documents: Taxonomy and Techniques. *ACM SIGMOD Record*, 51(2), 18-29.

de Kerckhove, D. (2010). Avatar= Pinocchio 2.0 Or" The End Of The Society Of The Spectacle".

Decentraland. (2023, 21 Aralık). *Events*. <https://events.decentraland.org/>

Demirci, M., & Ermis, S. (2021). 5g Teknolojisi İçin Çift Bantlı (28/38 Ghz) Dikdörtgen Mikroşerit Anten Tasarımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 14(2), 171-181.

Deng, L., & Yu, D. (2014). Deep Learning: Methods And Applications. *Foundations and trends® in signal processing*, 7(3-4), 197-387.

Denning, P. J. (1990). The Arpanet After Twenty Years,". *Computers Under Attack: Intruders, Worms, and Viruses*, Peter J. Denning (editor), 11-19.

DeRenard, L. A., & Kline, L. M. (1990). Alienation And The Game Dungeons And Dragons. *Psychological Reports*, 66(3_suppl), 1219-1222.

Dey, L., Chakraborty, S., Biswas, A., Bose, B., & Tiwari, S. (2016). Sentiment Analysis Of Review Datasets Using Naive Bayes And K-Nn Classifier. *arXiv preprint arXiv:1610.09982*.

Dhanaraj, R. K., Rajkumar, K., & Hariharan, U. (2020). Enterprise Iot Modeling: Supervised, Unsupervised, And Reinforcement Learning. *Business Intelligence for Enterprise Internet of Things*, 55-79.

DigiBarn. (2024, 3 Nisan). *Maze Wars+*. <https://digibarn.com/collections/games/maze-war/macromind-mazewars/MacroMind%20MazeWars%20Mac%20a.jpg>

Diner, N. (2020, 21 Aralık). Evolution of Web from 1.0 to 5.0. *Myeltcafe*. <http://myeltcafe.com/articles/evolution-of-web-from-1-0-to-5-0/>

Dionisio, J. D. N., Iii, W. G. B., & Gilbert, R. (2013). 3d Virtual Worlds And The Metaverse: Current Status And Future Possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(3), 1-38.

Dispatches. (2022, 25 Nisan). *Inside The Metaverse: Are You Safe?*. Channel 4. <https://www.channel4.com/programmes/inside-the-metaverse-are-you-safe-dispatches>

Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H., & Makedon, F. (2020). A Review Of Extended Reality (Xr) Technologies For Manufacturing Training. *Technologies*, 8(4), 77.

Döring, M. (2018, 30 Kasım). Linear, Quadratic, And Regularized Discriminant Analysis. *Data Science Blog*. <https://www.datascienceblog.net/post/machine-learning/linear-discriminant-analysis/>

Dridi, S. (2021). Supervised learning-a systematic literature review.

Driscoll, M. (2019, 28 Ocak). *Jupyter Notebook: An Introduction*. Real Python. <https://realpython.com/jupyter-notebook-introduction/>

Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (2021, October). Metaverse For Social Good: A University Campus Prototype. In *Proceedings of the 29th ACM international conference on multimedia* (pp. 153-161).

Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Rana, N. P., Baabdullah, A. M., Kar, A. K., ... & Yan, M. (2023). Exploring The Darkverse: A Multi-Perspective Analysis Of The Negative Societal Impacts Of The Metaverse. *Information Systems Frontiers*, 1-44.

Elkin, M. (2022, 13 Temmuz). *Perceptions Of Personal Safety And Experiences Of Harassment, Great Britain: 16 February To 13 March 2022*. OPN. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/crimeandjustice/bulletins/perceptionsofpersonalsafetyandexperiencesofharassmentgreatbritain/16februaryto13march2022>

Enache, M. C. (2022). Metaverse Opportunities For Businesses. *Annals of the University Dunarea de Jos of Galati: Fascicle: I, Economics & Applied Informatics*, 28(1).

Europol. (2022, 21 Ekim). *Policing In The Metaverse: What Law Enforcement Needs To Know*.

<https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Policing%20in%20the%20metaverse%20-%20what%20law%20enforcement%20needs%20to%20know.pdf>

Far, S. B., & Rad, A. I. (2022). Applying Digital Twins In Metaverse: User Interface, Security And Privacy Challenges. *Journal of Metaverse*, 2(1), 8-15.

Feigenbaum, E. A. (1981). Expert Systems In The 1980s. *State Of The Art Report On Machine Intelligence*. Maidenhead: Pergamon-Infotech, 23.

Feiner, S. (1994). Redefining The User Interface: Augmented Reality. In *ACM SIGGRAPH* (pp. 1-18).

Fitria, T. N. (2023, March). Artificial Intelligence (Ai) Technology In Openai Chatgpt Application: A Review Of Chatgpt In Writing English Essay. In *ELT Forum: Journal of English Language Teaching* (Vol. 12, No. 1, pp. 44-58).

Fleury, M., Lioi, G., Barillot, C., & Lécuyer, A. (2020). A Survey On The Use Of Haptic Feedback For Brain-Computer Interfaces And Neurofeedback. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 528.

Franks, M. A. (2017). The Desert Of The Unreal: Inequality In Virtual And Augmented Reality. *UCDL Rev.*, 51, 499.

Frenkel, S., & Browning, K. (2021, 30 Aralık). The Metaverse's Dark Side: Here Come Harassment And Assaults. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2021/12/30/technology/metaverse-harassment-assaults.html>

Furukawa, J. (2022). Metaverse As Concept.

Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q. V., ... & Liyanage, M. (2022). Blockchain For The Metaverse: A Review. *arXiv preprint arXiv:2203.09738*.

Galazzo, R. (2022, 24 Ocak). *From 1g To 5g: The History Of Cell Phones And Their Cellular Generations*. CENGN. <https://www.cengn.ca/information-centre/innovation/timeline-from-1g-to-5g-a-brief-history-on-cell-phones/>

- Garcia-Ruiz, M. A., Martin, M. V., Ibrahim, A., Edwards, A., & Aquino-Santos, R. (2009, September). Combating Child Exploitation In Second Life. In *2009 IEEE Toronto International Conference Science and Technology for Humanity (TIC-STH)* (pp. 761-766). IEEE.
- Gasimov, N. M. (2018). The Origin History Of Electronic Computing Machines. *ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В МЕЖДУНАРОДНОМ ТРАНСФЕРЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ*, 136.
- Gautam, A. K., & Bansal, A. (2022). Impact Analysis of Feature Selection Techniques on Cyberstalking Detection. *i-manager's Journal on Image Processing*, 9(4), 21.
- Gawas, A. U. (2015). An overview on evolution of mobile wireless communication networks: 1G-6G. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 3(5), 3130-3133.
- George, A. H., Fernando, M., George, A. S., Baskar, T., & Pandey, D. (2021). Metaverse: The next stage of human culture and the internet. *International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology (IJARTET)*, 8(12), 1-10.
- GG. (2023, 18 Mayıs). *ML / Extra Tree Classifier For Feature Selection*. <https://www.geeksforgeeks.org/ml-extra-tree-classifier-for-feature-selection/>
- GG. (2023, 18 Nisan). *Reinforcement learning*. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-reinforcement-learning/>
- GG. (2023, 2 Şubat). *Data Reduction in Data Mining*. <https://www.geeksforgeeks.org/data-reduction-in-data-mining/>
- GG. (2023, 31 Mart). *Gradient Boosting In ML*. <https://www.geeksforgeeks.org/ml-gradient-boosting/>
- GG. (2023, 4 Aralık). *Unsupervised Learning*. <https://www.geeksforgeeks.org/ml-types-learning-part-2/>
- GG. (2023, 6 Mayıs). *Introduction to Dimensionality Reduction*. <https://www.geeksforgeeks.org/dimensionality-reduction/>
- GG. (2023, 9 Kasım). *How CatBoost Algorithm Works*. <https://www.geeksforgeeks.org/catboost-algorithms/>
- GG. (2024, 1 Mart). *Naive Bayes Classifiers*. <https://www.geeksforgeeks.org/naive-bayes-classifiers/>

GG. (2024, 13 Mart). *Supervised and Unsupervised learning*.
<https://www.geeksforgeeks.org/supervised-unsupervised-learning/>

GG. (2024, 13 Şubat). *What is the Difference Between Lazy and Eager Learning?*.
<https://www.geeksforgeeks.org/what-is-the-difference-between-lazy-and-eager-learning/>

GG. (2024, 20 Mart). *Linear Discriminant Analysis in Machine Learning*.
<https://www.geeksforgeeks.org/ml-linear-discriminant-analysis/>

GG. (2024, 22 Şubat). *Random Forest Algorithm in Machine Learning*.
<https://www.geeksforgeeks.org/random-forest-algorithm-in-machine-learning/>

GG. (2024, 24 Ocak). *Getting started with Classification*.
<https://www.geeksforgeeks.org/getting-started-with-classification/>

GG. (2024, 29 Nisan). *CatBoost In Machine Learning*.
<https://www.geeksforgeeks.org/catboost-ml/>

GG. (2024, 29 Nisan). *LightGBM (Light Gradient Boosting Machine)*.
<https://www.geeksforgeeks.org/lightgbm-light-gradient-boosting-machine/>

Ghayas, A. (2020, 3 Mart). *What do the terms 1G, 2G, 3G, 4G and 5G really mean?*.

Gillis, A. S. (2024, 19 Mayıs). *What is unsupervised learning?*.
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/unsupervised-learning>

Goldston, J., Chaffer, T. J., & Martinez, G. (2022). The Metaverse as the Digital Leviathan: A Case Study of Bit. Country. *Journal of Applied Business & Economics*, 24(2).

Golosova, J., & Romanovs, A. (2018, November). The advantages and disadvantages of the blockchain technology. In *2018 IEEE 6th workshop on advances in information, electronic and electrical engineering (AIEEE)* (pp. 1-6). IEEE.

Google Cloud. (2024, 21 Nisan). *What is unsupervised learning?*.
<https://cloud.google.com/discover/what-is-unsupervised-learning#:~:text=Unsupervised%20learning%20in%20artificial%20intelligence,any%20explicit%20guidance%20or%20instruction>

Gowda, S. S., Archana, B. R., Shettigar, P., & Satyarthi, K. K. (2022). Sentiment analysis of Twitter data using Naive Bayes classifier. In *ICDSMLA 2020: Proceedings of the 2nd*

International Conference on Data Science, Machine Learning and Applications (pp. 1227-1234). Springer Singapore.

Guan, J., Irizawa, J., & Morris, A. (2022, March). Extended reality and internet of things for hyper-connected metaverse environments. In *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)* (pp. 163-168). IEEE.

Gutiérrez-Esparza, G. O., Vallejo-Allende, M., & Hernández-Torruco, J. (2019). Classification of cyber-aggression cases applying machine learning. *Applied Sciences*, 9(9), 1828.

Gygax, G., & Arneson, D. (1974). *dungeons & dragons* (Vol. 19). Lake Geneva, WI: Tactical Studies Rules.

Ha, J. H., Yoo, H. J., Cho, I. H., Chin, B., Shin, D., & Kim, J. H. (2006). Psychiatric comorbidity assessed in Korean children and adolescents who screen positive for Internet addiction. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67(5), 821.

Habacı, N. (2023). "ADI VASFİYE" ve "AAAH BELİNDİ" Filmlerinde Bellek Yanılsamaları ve Toplumsal Cinsiyet. *Journal of Media & Cultural Studies*, 5(1).

Haber, E. (2023). The Criminal Metaverse. *Indiana Law Journal*, *Forthcoming*.

Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). *How to time-stamp a digital document* (pp. 437-455). Springer Berlin Heidelberg.

Han, E., Miller, M. R., DeVaux, C., Jun, H., Nowak, K. L., Hancock, J. T., ... & Bailenson, J. N. (2023). People, places, and time: a large-scale, longitudinal study of transformed avatars and environmental context in group interaction in the metaverse. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 28(2), zmac031.

Han, J., Heo, J., & You, E. (2021, October). Analysis of metaverse platform as a new play culture: Focusing on roblox and zepeto. In *International Conference on Human-centered Artificial Intelligence* (pp. 1-10).

Hancock, J., & Khoshgoftaar, T. M. (2021, August). Leveraging lightgbm for categorical big data. In *2021 IEEE Seventh International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService)* (pp. 149-154). IEEE.

Hanène, O. (2023). The impact of virtual worlds metaverse on the communication process, *The journal of El-Ryssala for media studies*, 408-419

- Harris, J. We Feel Fine. (2006, 8 Mayıs). *Jonathan Harris*. <https://jjh.org/we-feel-fine>
- Harrison, O. (2018, 10 Eylül). *Machine Learning Basics with the K-Nearest Neighbors Algorithm*. TDS. <https://towardsdatascience.com/machine-learning-basics-with-the-k-nearest-neighbors-algorithm-6a6e71d01761>
- Henz, P. (2022). The psychological impact of the Metaverse. *Discover Psychology*, 2(1), 47.
- Hollier, S., & Abou-Zahra, S. (2018, April). Internet of things (iot) as assistive technology: Potential applications in tertiary education. In *Proceedings of the 15th International Web for All Conference* (pp. 1-4).
- Hopalı, E., & Vayvay, Ö. (2018). Internet of things (IoT) and its challenges for usability in developing countries. *International Journal of Innovation Engineering and Science Research*, 2(1), 6-9.
- Horne, C. (2023). Regulating Rape within the Virtual World. *Lincoln Memorial University Law Review*, 10(2), 159-176.
- Howard, V., Mullany, L., & Trickett, L. (2020, 10 Eylül). *Changing Minds: The Real Impact of Street Harassment*. <https://www.nottingham.ac.uk/lipp/documents/10th-sept-2020-e-changing-minds-comic-resources.pdf>
- HR Acuity. (2023, 20 Eylül). *The 10 Most Common Types of Workplace Harassment*. <https://www.hracuity.com/blog/workplace-harassment/>
- Humphrey, A., Kuberski, W., Bialek, J., Perrakis, N., Cools, W., Nuytens, N., ... & Cunha, P. A. C. (2022). Machine-learning classification of astronomical sources: estimating F1-score in the absence of ground truth. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 517(1), L116-L120.
- Huynh-The, T., Pham, Q. V., Pham, X. Q., Nguyen, T. T., Han, Z., & Kim, D. S. (2022). Artificial intelligence for the metaverse: A survey. *arXiv preprint arXiv:2202.10336*.
- IBM Maximo. (2023). *IBM Maximo Application Suite*. IBM. <https://www.ibm.com/products/maximo>
- IBM Think. (2021, 10 Nisan). *What is the k-nearest neighbors algorithm?*. <https://www.ibm.com/topics/knn>

IBM Think. (2021, 16 Ağustos). *What Is Logistic Regression?*.
<https://www.ibm.com/topics/logistic-regression>

IBM Think. (2021, 20 Kasım). *What is Random Forest?*.
<https://www.ibm.com/topics/random-forest>

IBM Think. (2023, 10 Ocak). *What is unsupervised learning?*.
<https://www.ibm.com/topics/unsupervised-learning>

IBM Think. (2024, 26 Şubat). *What is linear discriminant analysis (LDA)?*.
<https://www.ibm.com/topics/linear-discriminant-analysis>

IBM Think. (2023, 12 Mayıs). *What is the internet of things?*.
<https://www.ibm.com/topics/internet-of-things#What+is+internet+of+things%3F>

İçişleri Bakanlığı. (2022, 9 Kasım). *Emniyetten 6 Adımda Siber Zorbalıkla Mücadele*.
<https://www.icisleri.gov.tr/emniyetten-6-adimda-siber-zorbalikla-mucadele>

Intelligence, I. (2022). The growing list of applications and use cases of blockchain technology in business and life. Business Insider.

Interpol. (2022). *Interpol Technology Assessment Report On Metaverse*. Interpol.
<https://www.interpol.int/content/download/18440/file/INTERPOL%20Tech%20Assessment-%20Metaverse.pdf>

Into The Metaverse. (2022, 22 Aralık). S2E37: Into The Metaverse with Jay Lee – CEO, US at Naver Z (Zepeto) [Video]. <https://youtu.be/ya884-l8YLE>

Isfarin, N. N., Imamy, S. N., & Wirawan, A. R. (2022). Potential of Money Laundering in the Metaverse Era. *Megafury Apriandhini, SH, MH Chair of 4th OSC*, 112.

ITU. (2005). *The Internet of Things*.
<https://www.itu.int/net/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf>

İTÜBİDB. (2013, 7 Eylül). *İnternet'in Tarihçesi*. <https://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/internet'in-tarih%C3%A7esi#:~:text=1969'da%20%C3%A7e%C5%9Fitli%20bilgisayar%20ve,tip teki%20bilgisayarlar%C4%B1n%C4%B1%20da%20i%C3%A7ererek%20b%C3%BCy%C3%BCd%C3%BC>

Jaber, T. A. (2022). Security Risks of the Metaverse World. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(13).

Jacob, A. O., Biju, A., Sibichen, B. R., Varghese, C. R., & Varghese, A. R. A Comprehensive Study Of Metaverse Privacy And Security.

Jafri, M. (2023, 3 Ocak) *Metaverse & its impact on human psychology*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/metaverse-its-impact-human-psychology-mohsin-j/>

Jin. (2019, 25 Aralık). *7 methods to evaluate your classification models*. Medium. <https://medium.com/analytics-vidhya/everything-you-need-about-evaluating-classification-models-dfb89c60e643>

John, B. (2023, 7 Ağustos). When To Choose CatBoost Over XGBoost Or LightGBM [Practical Guide]. *Neptune.ai*. <https://neptune.ai/blog/when-to-choose-catboost-over-xgboost-or-lightgbm>

Johnson, K. W., Torres Soto, J., Glicksberg, B. S., Shameer, K., Miotto, R., Ali, M., ... & Dudley, J. T. (2018). Artificial intelligence in cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*, 71(23), 2668-2679.

Johnson, L. (2008). Rape and the Memex. *Refractory: a journal of entertainment media*, 13.

Jones, N. F. (2017). The Avatar and its “Incarnation” in a Postmodern World: Journal of Vaishnava Studies. *Journal of Vaishnava Studies*, 26(1), 41-48.

Joy, A., Zhu, Y., Peña, C., & Brouard, M. (2022). Digital future of luxury brands: Metaverse, digital fashion, and non-fungible tokens. *Strategic change*, 31(3), 337-343.

Jyothi, B. D., & Krishnaiah, R. V. (2013). Haptic technology-a sense of touch. *International Journal of Science and Research*, 2(9), 381-384.

Kadar, T. (2022, 15 Şubat). *The Metaverse Fraud Question: What Are the Risks?*. Seon. <https://seon.io/resources/metaverse-fraud/>

Kadry, A. (2022). The metaverse revolution and its impact on the future of advertising industry. *Journal of Design Sciences and Applied Arts*, 3(2), 131-139.

Kahraman, M. E. (2022). Blok zincir, Deepfake, Avatar, Kripto para, Değiştirilemez Belirteç (NFT) ve Sanal Evren (Metaverse) ile Yaygınlaşan Sanal Yaşam. 149-162.

Kambil, A. (2008). What is your Web 5.0 strategy?. *Journal of business strategy*, 29(6), 56-58.

Kanade, V. (2022, 29 Eylül). *What Is Reinforcement Learning? Working, Algorithms, and Uses*. SpiceWorks. <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-reinforcement-learning/>

Kanade, V. (2022, 8 Nisan). *What Is Logistic Regression? Equation, Assumptions, Types, and Best Practices*. SpiceWorks. <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-logistic-regression/>

Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2016, October). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. In *2016 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE.

Karal, H., & Reisoğlu, İ. Haptic Teknolojisinin Simülasyon Ve Geleneksel Yöntemlere Göre Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi.

Kataria, A., & Singh, M. D. (2013). A review of data classification using k-nearest neighbour algorithm. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(6), 354-360.

Kathole, A. B., Halgaonkar, P. S., & Nikhade, A. (2019). Machine learning & its classification techniques. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* ISSN, 2278-3075.

Kato, I., Ohteru, S., Shirai, K., Matsushima, T., Narita, S., Sugano, S., ... & Fujisawa, E. (1987). The robot musician 'wabot-2'(waseda robot-2). *Robotics*, 3(2), 143-155.

Kawakita, T., & Kanai, H. (2023). Avatar Design for Bullying Prevention in the Metaverse: Avatar Appearances and the Presumption of Bullying. *Kansei Engineering*, 52.

Keertikumar, M., Shubham, M., & Banakar, R. M. (2015, October). Evolution of IoT in smart vehicles: An overview. In *2015 International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT)* (pp. 804-809). IEEE.

Kelta, Z. (2022, 26 Eylül). *Classification in Machine Learning: An Introduction*. DataCamp. <https://www.datacamp.com/blog/classification-machine-learning>

Kemec, A. (2022). From reality to virtuality: Re-discussing cities with the concept of the metaverse. *International Journal of Management and Accounting*, 4(1), 12-20.

- Kemp, S. (2022, 26 Ocak). *Digital 2022: Global Overview Report*. DataReportal. <https://datareportal.com/reports/digital-2022-global-overview-report>
- Kenan, J. (2023, 19 Ocak). *Metaverse dangers: How to project brands from the dark side*. SproutSocial. <https://sproutsocial.com/insights/metaverse-dangers/>
- Khan, L. U., Han, Z., Niyato, D., Hossain, E., & Hong, C. S. (2022). Metaverse for Wireless Systems: Vision, Enablers, *Architecture, and Future Directions*. *arXiv*.
- Khder, M. A., Bahar, A. Y., & Fujo, S. W. (2022, June). Effect of Artificial intelligence in the field of games on humanity. In *2022 ASU International Conference in Emerging Technologies for Sustainability and Intelligent Systems (ICETSYS)* (pp. 199-204). IEEE.
- Khiadani, N. (2021). The development of mobile communications in 5G and 6G. *Majlesi Journal of Electrical Engineering*, 10(2), 87-95.
- Kidsafe. (2012, 10 Ocak). *Kidsafe Seal Program*. <https://kidsafeseal.com/aboutourprogram.html>
- Kim, S. (2020). Metaverse: digital world, world of emerging items. *Hwaseong: PlanB Design*, 376.
- Kim, S., & Kim, E. (2023). Emergence of the Metaverse and Psychiatric Concerns in Children and Adolescents. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 34(4), 215.
- Kitano, H., Asada, M., Kuniyoshi, Y., Noda, I., Osawa, E., & Matsubara, H. (1997). RoboCup: A challenge problem for AI. *AI magazine*, 18(1), 73-73.
- Ko, S. H., & Rogers, J. (2021). Functional materials and devices for XR (VR/AR/MR) applications. *Advanced Functional Materials*, 31(39), 2106546.
- Koca, B. (2022). *Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin Scratch Yazılımına İlişkin Özyeterlik İnançlarının Makine Öğrenmesi ve Derin Öğrenme Yöntemleri ile Sınıflandırılması* (Tez No. 765855) [Yüksek Lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Konuseven, İ. E., Balkan, R. T., Koku, B. A., Başer, Ö., & Bideci, S. (2008). Haptic dokunma hisli ve kuvvet geri beslemeli arayüz sistem tasarımı.

- Kopetz, H., & Steiner, W. (2022). Internet of things. In *Real-time systems: design principles for distributed embedded applications* (pp. 325-341). Cham: Springer International Publishing.
- Kotsiantis, S. B., Zaharakis, I. D., & Pintelas, P. E. (2006). Machine learning: a review of classification and combining techniques. *Artificial Intelligence Review*, 26, 159-190.
- Kramp, T., Van Kranenburg, R., & Lange, S. (2013). Introduction to the Internet of Things. *Enabling things to talk: Designing IoT solutions with the IoT architectural reference model*, 1-10.
- Kraus, S., Kanbach, D. K., Krysta, P. M., Steinhoff, M. M., & Tomini, N. (2022). Facebook and the creation of the metaverse: radical business model innovation or incremental transformation?. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 28(9), 52-77.
- Król, K. (2020). Evolution of online mapping: from Web 1.0 to Web 6.0. *Geomatics, Landmanagement and Landscape*, (1), 33-51.
- Kumar, A. (2023, 2 Mayıs). *Supervised & Unsupervised Learning Difference*. Analytics Yogi. <https://vitalflux.com/dummies-notes-supervised-vs-unsupervised-learning/>
- Kumar, H. (2018, 23 Aralık). *Linear and Polynomial Regression*. Medium. <https://medium.com/@hrishavkmr/linear-and-polynomial-regression-1d666e25b016>
- Kurama, V. (2023, 28 Şubat). *Regression in Machine Learning: What It Is and Examples of Different Models*. BuiltIn. <https://builtin.com/data-science/regression-machine-learning>
- Kurbanoğlu, S. S. (1996). Sanal gerçeklik: Gerçek mi, değil mi?. *Türk Kütüphaneciliği*, 10(1), 21-31.
- Kurt, N. İ., & Toy, E. (2023). Metaverse Platformlarındaki Temsilimiz Olan Üç Boyutlu Avatarlar Üzerine Bir İnceleme. *Yeni Yüzyıl'da İletişim Çalışmaları*, 2(6), 179-199.
- Kuyoro, S., Osisanwo, F., & Akinsowon, O. (2015, March). Internet of things (IoT): an overview. In *Proc. of the 3th International Conference on Advances in Engineering Sciences and Applied Mathematics (ICAESAM)* (pp. 23-24).

- Lam, K. Y., Yang, L., Alhilal, A., Lee, L. H., Tyson, G., & Hui, P. (2022, December). Human-avatar interaction in metaverse: Framework for full-body interaction. In *Proceedings of the 4th ACM International Conference on Multimedia in Asia* (pp. 1-7).
- Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything: A journey through virtual reality*. Random House.
- Lassègue, J. (1996). What kind of turing test did turing have in mind?. *Tekhnema: Journal of Philosophy and Technology*, 3, 37-58.
- Latorre, M. (2018). Historia de las web, 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0. *Universidad Marcelino Champagnat*, 1.
- Latorre, M. (2021). Web 1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0'ın tarihi.
- Lauer, A. (2021, 30 Aralık). *The Metaverse Wants to Mirror Real Life Harassment Is Already Cropping Up*. InsideHook. <https://www.insidehook.com/culture/metaverse-harassment-problems>
- Lawton, G. (2023, 30 Ağustos). *What is regression in machine learning?*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/feature/What-is-regression-in-machine-learning>
- Le, T. (2022, 22 Temmuz). *Sexual assault in the metaverse is part of a bigger problem that technology alone won't solve*. Lens. <https://lens.monash.edu/@politics-society/2022/07/22/1384871/sexual-assault-in-the-metaverse-theres-nothing-virtual-about-it>
- Lee, C. W. (2022). Application of metaverse service to healthcare industry: a strategic perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13038.
- Lee, J. (2022). A study on the intention and experience of using the metaverse. *Jahr: Europski časopis za bioetiku*, 13(1), 177-192.
- Lee, J., Im, E., Yeo, I., & Gim, G. (2022, July). A Study on the Strategy of SWOT Extraction in the Metavers Platform Review Data: Using NLP Techniques. In *International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing* (pp. 173-188). Cham: Springer International Publishing.

Lee, J., Yeo, I., & Lee, H. (2022, August). Metaverse Current Status and Prospects: Focusing on Metaverse Field Cases. In 2022 IEEE/ACIS 7th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD) (pp. 332-336). IEEE.

Lee, K. S., & Wei, H. (2021, December). Designing metaverse platforms for participatory culture: what we can learn from BTS in metaverse and K-pop fandom. In *Congress of the International Association of Societies of Design Research* (pp. 654-661). Singapore: Springer Nature Singapore.

Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... & Hui, P. (2021). All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *arXiv preprint arXiv:2110.05352*.

Lee, S. G., Trimi, S., Byun, W. K., & Kang, M. (2011). Innovation and imitation effects in Metaverse service adoption. *Service business*, 5, 155-172.

Lee, Y. H. (2021, 3 Mart). *Bring your imagination into reality! A Bridge between virtual and real world, Metaverse*. Samsung Display. <https://global.samsungdisplay.com/27685/>

Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., ... & Wolff, S. S. (1997). The past and future history of the Internet. *Communications of the ACM*, 40(2), 102-108.

Lho, J. (2023, 3 Ekim). *Introducing: Zepeto x NoFiltr Youth Guides!*. Zepeto. <https://blog.zepeto.me/en/introducing-zepeto-x-nofiltr-youth-guides>

Li, L., Aslam, S., Wileman, A., & Perinpanayagam, S. (2021). Digital twin in aerospace industry: A gentle introduction. *IEEE Access*, 10, 9543-9562.

Linden, J. (2011, 24 Şubat). *Maturity ratings*. Second Life. <https://community.secondlife.com/knowledgebase/english/maturity-ratings-r52/>

Loukas, S. (2020, 10 Haziran). *What is Machine Learning: Supervised, Unsupervised, Semi-Supervised and Reinforcement learning methods*. Medium. <https://towardsdatascience.com/what-is-machine-learning-a-short-note-on-supervised-unsupervised-semi-supervised-and-aed1573ae9bb>

Lu, H., Li, Y., Chen, M., Kim, H., & Serikawa, S. (2018). Brain intelligence: go beyond artificial intelligence. *Mobile Networks and Applications*, 23, 368-375.

- Lubis, A. R., & Lubis, M. (2020). Optimization of distance formula in K-Nearest Neighbor method. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(1), 326-338.
- Lv, Z. (2023). Generative Artificial Intelligence in the Metaverse Era. *Cognitive Robotics*.
- Lyles, T. (21 Temmuz 2020). "Over half of US kids are playing Roblox, and it's about to host Fortnite-esque virtual parties too". *The Verge* (İngilizce).
- Mackworth, A. K. (1993). On seeing robots. In *Computer Vision: Systems, Theory and Applications* (pp. 1-13).
- Mady, C. (2021). *Theorizing VRChat: comprehensive view of the Lebanese gamer in the virtual realm* (Doctoral dissertation, Notre Dame University-Louaize).
- Maher, J. (2014, 11 Temmuz). *Ultima IV. The Digital Antiquarian*. <https://www.filfre.net/2014/07/ultima-iv/>
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. [Internet], 9(1), 381-386.
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. [Internet], 9(1), 381-386.
- Mahore, S., Bhole, K., & Rathod, S. (2021, July). Comparative analysis of machine learning algorithm for classification of different osteosarcoma types. In *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Malik, J. S., Goyal, P., & Sharma, A. K. (2010, February). A comprehensive approach towards data preprocessing techniques & association rules. In *Proceedings of the 4th National Conference* (Vol. 132).
- Manning, C. (2020). *Artificial Intelligence Definitions*. Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence.
- Maria Navin, J. R., & Pankaja, R. (2016). Performance analysis of text classification algorithms using confusion matrix. *International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)*, 6(4), 75-8.

- Marr, B. (2022, 20 Haziran). *The Best Examples Of Digital Twins Everyone Should Know About*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/06/20/the-best-examples-of-digital-twins-everyone-should-know-about/?sh=20b0daa8225f>
- Maulana, M. A., & Multazam, M. T. (2023). Virtual Land: Deciphering Blockchain-Based Property Transactions and Their Legal Implications. *Jurnal Wawasan Yuridika*, 7(1), 86-105.
- McCallum, S. (2022, 1 Ağustos). *Conjoined twins separated with the help of virtual reality*. BBC. <https://www.bbc.com/news/technology-62378452>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4), 12-12.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5, 115-133.
- McKinsey. (2022). Value Creation in the Metaverse.
- Meghmala. (2023, 7 Aralık). *Deep Reinforcement Learning: Applications and Challenges*. AnalyticsInsight. <https://www.analyticsinsight.net/deep-reinforcement-learning-applications-and-challenges/>
- Meng, Z., She, C., Zhao, G., & De Martini, D. (2022). Sampling, communication, and prediction co-design for synchronizing the real-world device and digital model in metaverse. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 41(1), 288-300.
- Meta Horizon. (2024, 8 Haziran). *Meta Horizon Worlds*. https://horizon.meta.com/?locale=en_US
- Meta. (2022, 20 Eylül). *What is the Metaverse?*. <https://about.meta.com/what-is-the-metaverse>
- Meta. (2023). *Echo VR*. <https://www.meta.com/experiences/pcvr/1369078409873402/>
- Microsoft. (2024, 4 Kasım). *Microsoft Mesh overview*. <https://learn.microsoft.com/en-us/mesh/overview>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

- Mishra, A. (2018, 24 Şubat). *Metrics to Evaluate your Machine Learning Algorithm*. Medium. <https://towardsdatascience.com/metrics-to-evaluate-your-machine-learning-algorithm-f10ba6e38234>
- Misra, S., Li, H., & He, J. (2020). Noninvasive fracture characterization based on the classification of sonic wave travel times. *Machine learning for subsurface characterization*, 4, 243-287.
- Moens, M. F., Li, J., & Chua, T. S. (2014). Mining user generated content and its applications.
- Morales, E. F., & Escalante, H. J. (2022). A brief introduction to supervised, unsupervised, and reinforcement learning. In *Biosignal processing and classification using computational learning and intelligence* (pp. 111-129). Academic Press.
- Morenne, B. (2022, 9 Ocak). *The Metaverse's Effects on Mental Health: Trivial or Troubling?*. The Wall Street Journal. <https://www.wsj.com/articles/the-metaverses-effects-on-mental-health-trivial-or-troubling-11641740414>
- Morgan, J. (2014). A simple explanation of 'the internet of things'. Retrieved November, 20, 2015.
- Mozumder, M. A. I., Armand, T. P. T., Imtiyaj Uddin, S. M., Athar, A., Sumon, R. I., Hussain, A., & Kim, H. C. (2023). Metaverse for Digital Anti-Aging Healthcare: An Overview of Potential Use Cases Based on Artificial Intelligence, Blockchain, IoT Technologies, Its Challenges, and Future Directions. *Applied Sciences*, 13(8), 5127.
- Mozumder, M. A. I., Sheeraz, M. M., Athar, A., Aich, S., & Kim, H. C. (2022, February). Overview: Technology roadmap of the future trend of metaverse based on IoT, blockchain, AI technique, and medical domain metaverse activity. In *2022 24th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* (pp. 256-261). IEEE.
- Muratlar, E. R. (2020, 29 Nisan). *LightGBM*. Veri Bilimi Okulu. <https://www.veribilimiokulu.com/lightgbm/>
- Murtini, D. T., & Ambalegin, A. (2022). Declarative Speech Act Found in Steven Spielberg's "Ready Player One". *LINGUISTIK: Jurnal Bahasa dan Sastra*, 7(1), 143-151.

- Mutlu, M., & Kurnaz, Ç. (2022). 5G Uygulamaları için Eliptik Mikroşerit Anten Tasarımı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(5), 52-64.
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497.
- Naeem, S., Ali, A., Anam, S., & Ahmed, M. M. (2023). An Unsupervised Machine Learning Algorithms: Comprehensive Review. *Int. J. Comput. Digit. Syst.*
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Decentralized business review*.
- Nakavachara, V., & Saengchote, K. (2022). Is Metaverse LAND a good investment? It depends on your unit of account!. *arXiv preprint arXiv:2202.03081*.
- Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. *Horizons*, 4, 51-62.
- Nath, K., Dhar, S., & Basishta, S. (2014, February). Web 1.0 to Web 3.0-Evolution of the Web and its various challenges. In *2014 International Conference on Reliability Optimization and Information Technology (ICROIT)* (pp. 86-89). IEEE.
- Naver. (2022, 24 Ağustos). 왕초보가 알아가는 제페토. <https://blog.naver.com/light660802/222856584077>
- Naver. (2022, 29 Kasım). 네이버제트, "안전한 메타버스 환경 구축" 'Safer Internet Day 2023' 기념 온라인 안전 캠페인. https://blog.naver.com/techm_kr/222941122580
- Navlani, A. (2018, 20 Kasım). *AdaBoost Classifier in Python*. Datacamp. <https://www.datacamp.com/tutorial/adaboost-classifier-python>
- Neha, M. V., Muhammad, S., Indu, V., & Thampi, S. M. (2023). 2 Detection and Prevention of Cyberbullying in Social Media Using Cognitive Computational Analysis. *Combating Cyberbullying in Digital Media with Artificial Intelligence*.
- Neighbourhood Watch. (2022). *Preventing Street Harassment*. <https://www.ourwatch.org.uk/sites/default/files/documents/2022-08/Street%20Harassment%20Toolkit.pdf>
- Netflix. (2017). *Kiss Me First*. <https://www.netflix.com/tr-en/title/80097225>
- Neyret, S., Navarro, X., Beacco, A., Oliva, R., Bourdin, P., Valenzuela, J., ... & Slater, M. (2020). An embodied perspective as a victim of sexual harassment in virtual reality

reduces action conformity in a later milgram obedience scenario. *Scientific reports*, 10(1), 6207.

Nguyen, T. M. C., Hoang, D. B., & Dang, T. D. (2017, November). Toward a programmable software-defined IoT architecture for sensor service provision on demand. In *2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)* (pp. 1-6). IEEE.

Novak, R. (2022). The Rise of the ‘Immersive Virtual Online Avatar Society’: Does an Online Community Established in the Virtual Space Constitute a ‘Real’ Society?: Visual Technologies as a Panacea for Social Isolation. *Video Journal of Education and Pedagogy*, 6(1), 1-19.

Noyan, M. (2020, 31 Ocak). *Regresyon ve Sınıflandırmada Hata Metrikleri*. Medium. <https://medium.com/deep-learning-turkiye/regresyon-ve-s%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1rmada-hata-metrikleri-143a40c6b656>

Oh, H. J., Kim, J., Chang, J. J., Park, N., & Lee, S. (2023). Social benefits of living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. *Computers in Human Behavior*, 139, 107498.

OldBaronMondo. (2021, 31 Mart). *8th Annual Bloxy Awards: Complete Winners List*. Roblox. <https://blog.roblox.com/2021/03/8th-annual-bloxy-awards-complete-winners-list/>

Omer, A. O. A. S. M. (2016). Microcontroller_based smart house Ayub Othman Abdulrahman Saman M. Omer Zrar K. Abdul. *Journal Of Raparin University-Vol*, 3(8), 113.

Ondrejka, C. (2005). Escaping the gilded cage: User created content and building the metaverse. *NYLS Law Review*, 49(1), 6.

Ouchchy, L., Coin, A., & Dubljević, V. (2020). AI in the headlines: the portrayal of the ethical issues of artificial intelligence in the media. *AI & SOCIETY*, 35, 927-936.

Özduman, A., Başak, G. Ö. K., & Gökçen, H. A. D. İ. (2020). Mobil telefon kullanıcılarının mobil bağımlılık durumu ve 5G teknolojisi kabullenme niyeti modellerinin geliştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(3), 269-288.

- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Panch, T., Szolovits, P., & Atun, R. (2018). Artificial intelligence, machine learning and health systems. *Journal of global health*, 8(2).
- Pandav, D. HAPTIC TECHNOLOGY.
- Park, D. (2022, 12 Eylül). *S.Korean man sentenced to four years for sexual abuse in metaverse*. Forkast. <https://forkast.news/skorea-man-four-years-sexual-abuse-metaverse/>
- Paul. S. (2019, 16 Haziran). *A Detailed Case Study on Multi-Label Classification with Machine Learning Algorithms and Predicting Movie Tags Based on Plot Summaries!*. Medium. <https://medium.com/@saugata.paul1010/a-detailed-case-study-on-multi-label-classification-with-machine-learning-algorithms-and-72031742c9aa>
- PennState. (2024, 29 Nisan). *Linear Discriminant Analysis*. <https://online.stat.psu.edu/stat505/lesson/10/10.3>
- Pew Research Center. The state of online harassment. <https://www.pewresearch.org/internet/2021/01/13/personalexperiences-with-online-harassment/> (accessed Jul. 14, 2022).
- Philanthropies, A. (2023, 8 Haziran). *Cyberbullying on Metaverse* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=mh85-zkDuMU>
- Plechata, A., Makransky, G., & Böhm, R. (2022). Can extended reality in the metaverse revolutionise health communication?. *NPJ digital medicine*, 5(1), 132.
- Polona, C. A. R., André, M. T., & Maria, N. (2022). Metaverse: Opportunities, risks and policy implications.
- Polson, N., & Scott, J. (2018). *AIQ: How artificial intelligence works and how we can harness its power for a better world*. Random House.
- Potrimba, P. (2022, 16 Aralık). *What is Semi-Supervised Learning? A Guide for Beginners*. Roboflow. <https://blog.roboflow.com/what-is-semi-supervised-learning/>
- Pourmand, A., Roberson, J., Caggiula, A., Monsalve, N., Rahimi, M., & Torres-Llenza, V. (2019). Social media and suicide: a review of technology-based epidemiology and risk assessment. *Telemedicine and e-Health*, 25(10), 880-888.

Power, A., & Tobin, O. (2011). Soft law for the Internet, lessons from International law. *SCRIPTed*, 8, 31.

Pratt, M. K. (2024, 25 Mart). *Metaverse Pros and Cons: Top Benefits and Challenges*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchcio/tip/Metaverse-pros-and-cons-Top-benefits-and-challenges>

PublicJustice. (2016). *Anti - Bullying Campaign*. <https://www.publicjustice.net/what-we-do/anti-bullying-campaign/>

Pulkka, R. (2022). A Critical Look at Metaverse Viewpoints.

Pykes, K. (2023, 31 Mart). *Introduction to Unsupervised Learning*. Datacamp. <https://www.datacamp.com/blog/introduction-to-unsupervised-learning>

Qayyum, A., Butt, M. A., Ali, H., Usman, M., Halabi, O., Al-Fuqaha, A., ... & Qadir, J. (2022). Secure and trustworthy artificial intelligence-extended reality (AI-XR) for metaverses. *arXiv preprint arXiv:2210.13289*.

Ra, M. (2022, 17 Ağustos). *The Metaverse And Mental Health: Supporting Employees In Virtual Environments*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2022/08/17/the-metaverse-and-mental-health-supporting-employees-in-virtual-environments/?sh=4774c6acce4e>

Radoff, J. (2021, 7 Nisan). *The Metaverse Value-Chain*. <https://medium.com/building-the-metaverse/the-metaversevalue-chain-afcf9e09e3a7>

Rajaraman, V. (2023). From ELIZA to ChatGPT: History of Human-Computer Conversation. *Resonance*, 28(6), 889-905.

Ramakrishnan, M. (2023, 24 Temmuz). *What is Classification in Machine Learning and Why is it Important?*. Emeritus. <https://emeritus.org/blog/artificial-intelligence-and-machine-learning-classification-in-machine-learning/>

Ramesh, P. V., Joshua, T., Ray, P., Devadas, A. K., Raj, P. M., Ramesh, S. V., ... & Rajasekaran, R. (2022). Holographic elysium of a 4D ophthalmic anatomical and pathological metaverse with extended reality/mixed reality. *Indian Journal of Ophthalmology*, 70(8), 3116.

- Rameshwar, J. R., & King, G. (2023). Analysis of Caribbean XR Survey Creates an XR Development Strategy as a Path to the Regional Metaverse Evolution. *Journal of Metaverse*, 3(1), 43-65.
- Rawat, D. B., & El Alami, H. (2023). Metaverse: Requirements, architecture, standards, status, challenges, and perspectives. *IEEE Internet of Things Magazine*, 6(1), 14-18.
- Ray, S. (2024, 23 Mayıs). Naive Bayes Classifier Explained: Applications and Practice Problems of Naive Bayes Classifier.
- Read, J., Pfahringer, B., Holmes, G., & Frank, E. (2011). Classifier chains for multi-label classification. *Machine learning*, 85, 333-359.
- Reed, N., Joseff, K. (2022). *Kids and the Metaverse: What Parents, Policymakers, and Companies Need to Know*.
<https://www.common sense media.org/sites/default/files/featured-content/files/metaverse-white-paper.pdf>
- Rematas, K. (2019). Watching sports in augmented reality. *IEEE Potentials*, 38(3), 20-23.
- Rennock, M. J., Cohn, A., & Butcher, J. R. (2018). Blockchain technology and regulatory investigations. *Practical Law Litigation*, 1, 35-44.
- Ribeiro, M., Grolinger, K., & Capretz, M. A. (2015, December). Mlaas: Machine learning as a service. In *2015 IEEE 14th international conference on machine learning and applications (ICMLA)* (pp. 896-902). IEEE.
- Rigby, K. (2007). *Bullying in schools: And what to do about it*. Aust Council for Ed Research.
- Ripon, S. H., & Bhuiyan, N. Q. (2019). Cervical cancer risk factors: classification and mining associations. *APTİKOM Journal on Computer Science and Information Technologies*, 4(1), 8-18.
- Roblox. (2024, 8 Haziran). *For Parents*. <https://corporate.roblox.com/parents/>
- Roepke, B. (2024, 4 Mart). *Go Beyond Binary Classification with Multi-Class and Multi-Label Models*. Data Knows All. <https://www.dataknowsall.com/multiclass.html>
- Rosemann, M. (2014). The Internet of Things: new digital capital in the hands of customers.

- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological review*, 65(6), 386.
- Rospigliosi, P. A. (2022). Metaverse or Simulacra? Roblox, Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work. *Interactive Learning Environments*, 30(1), 1-3.
- Rostami, S., & Maier, M. (2022). The metaverse and beyond: implementing advanced multiverse realms with smart wearables. *Ieee Access*, 10, 110796-110806.
- Rzeszewski, M., & Evans, L. (2020). Virtual place during quarantine—a curious case of VRChat. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, (51), 57-75.
- Sagar, S. (2024, 26 Şubat). *Regression and Classification | Supervised Machine Learning*. <https://www.geeksforgeeks.org/regression-classification-supervised-machine-learning/>
- Sahana, V., KM, A. K., & Darem, A. A. A Comparative Analysis of Machine Learning Techniques for Cyberbullying Detection on FormSpring in Textual Modality.
- Saini, A. (2024, 23 Mayıs). *A Beginner's Guide To Logistic Regression*. Analytics Vidhya. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/08/conceptual-understanding-of-logistic-regression-for-data-science-beginners/>
- Saini, A. (2024, 16 Ocak). *AdaBoost Algorithm: Understand, Implement and Master AdaBoost*. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/09/adaboost-algorithm-a-complete-guide-for-beginners/>
- Salazar, J., Silvestre, S. (2017). Internet of Things. *Tech pedia*.
- Samsung Newsroom. (2015, 5 Eylül). *Samsung's Internet of Thing Enters Our Lives*. <https://news.samsung.com/global/samsungs-internet-of-thing-enters-our-lives>
- Samsung. (2020, 23 Kasım). *What is Internet of Things (IoT)? (Hong-Kong version)*. https://www.samsung.com/hk_en/support/home-appliances/what-is-internet-of-things-iot/
- Samuel, A. L. (2000). Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of research and development*, 44(1.2), 206-226.

Sandbox. (2020, 24 Eylül). *Play. Create. Own. Govern. Earn. Welcome to the Metaverse [White paper]*. Crown.

https://installers.sandbox.game/The_Sandbox_Whitepaper_2020.pdf

Sandbox. (2024, 22 Mayıs). *Welcome to the NFT Marketplace*.
<https://www.sandbox.game/en/shop/>

Sandbox. (2024, 3 Mart). *Land*. <https://www.sandbox.game/tr/about/land/>

Sands, L. M. (2024, 16 Mayıs). What is Psychological Harassment?.
<https://www.mylawquestions.com/what-is-psychological-harassment.htm>

Sarıçam, C. (2011). *Development Of Strategies For Turkish Apparel Industry Based On Scenarios* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Schapiro, R. E. (2013). Explaining adaboost. In *Empirical Inference: Festschrift in Honor of Vladimir N. Vapnik* (pp. 37-52). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Schonbaum, R. (2022). Decentraland NFT (LAND) Market Efficiency & Responsiveness to Events.

Schooley, S. (2023, 23 Ekim). *Workplace Harassment: How to Recognize and Report It*. Business News Daily. <https://www.businessnewsdaily.com/9426-workplace-harassment.html>

Seçkin, Z. (2017). Örgütlerde mobbing ve siber zorbalık. *İstanbul. Çizgi Kitapevi. Süslü, DP (2016). Lise öğrencilerinde siber zorbalık ve siber mağduriyetin benlik saygısı, anne, baba ve akran ilişkileri açısından incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.*

Second Life Community. (2011, 13 Aralık). *Your World. Your Imagination. It's back!*.
<https://community.secondlife.com/forums/topic/82009-your-world-your-imagination-its-back/>

Second Life Marketplace. (2010, 5 Haziran). *Marketplace*.
<https://marketplace.secondlife.com/>

Second Life. (2010, 17 Şubat). *Destinations*. <https://secondlife.com/destinations>

Seldon. (2021, 29 Ekim). *Machine Learning Regression Explained*.
<https://www.seldon.io/machine-learning-regression->

explained#:~:text=Machine%20Learning%20Regression%20is%20a,used%20to%20pr
edict%20continuous%20outcomes.

Seldon. (2021, 29 Ekim). *Machine Learning Regression Explained*.
<https://www.seldon.io/machine-learning-regression-explained>

Sen, P. C., Hajra, M., & Ghosh, M. (2020). Supervised classification algorithms in machine learning: A survey and review. In *Emerging Technology in Modelling and Graphics: Proceedings of IEM Graph 2018* (pp. 99-111). Springer Singapore.

Serra, A., & Tagliaferri, R. (2019). Unsupervised Learning: Clustering.

Sethuraman, S. C., Mitra, A., Ghosh, A., Galada, G., & Subramanian, A. (2023). Metasecure: A passwordless authentication for the metaverse. *arXiv preprint arXiv:2301.01770*.

Shafto, M., Conroy, M., Doyle, R., Glaessgen, E., Kemp, C., LeMoigne, J., & Wang, L. (2010). Draft modeling, simulation, information technology & processing roadmap. *Technology area, 11*, 1-32.

Shapira, A., & Maggs, B. (2010, 22 Mart). *Avatar*. UVL. <https://www.uvlist.net/game-174616-avatar>

Sharma, A. (2018, 15 Ekim). *What makes LIGHTGBM lightning fast?*. Medium. <https://towardsdatascience.com/what-makes-lightgbm-lightning-fast-a27cf0d9785e>

Shukla, P. (2024, 12 Mart). *Lazy Learning vs Eager Learning Algorithms in Machine Learning*. Analytics Vidhya. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2023/02/lazy-learning-vs-eager-learning-algorithms-in-machine-learning/>

Shukla, S., Khare, V., Garg, S., & Sharma, P. (2013). Comparative Study of 1G, 2G, 3G and 4G. *J. Eng. Comput. Appl. Sci*, 2(4), 55-63.

Shum, H. Y., He, X. D., & Li, D. (2018). From Eliza to XiaoIce: challenges and opportunities with social chatbots. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 19, 10-26.

Simons, T. (2022, 5 Aralık). *ACAMS: Fighting financial crime in the Metaverse*. Thomson Reuters. <https://www.thomsonreuters.com/en-us/posts/investigation-fraud-and-risk/acams-2022-financial-crime-metaverse/>

Simplilearn. (2023, 7 Kasım). *Random Forest Algorithm*.
<https://www.simplilearn.com/tutorials/machine-learning-tutorial/random-forest-algorithm>

Singh, M., Fuenmayor, E., Hinchy, E. P., Qiao, Y., Murray, N., & Devine, D. (2021). Digital twin: Origin to future. *Applied System Innovation*, 4(2), 36.

Singh, P., Singh, N., Singh, K. K., & Singh, A. (2021). Diagnosing of disease using machine learning. In *Machine learning and the internet of medical things in healthcare* (pp. 89-111). Academic Press.

Slonje, R., Smith, P. K., & Frisén, A. (2013). The nature of cyberbullying, and strategies for prevention. *Computers in human behavior*, 29(1), 26-32.

Smart, J., Cascio, J., Paffendorf, J., Bridges, C., Hummel, J., Hursthouse, J., & Moss, R. (2007). A cross-industry public foresight project. *Proc. Metaverse Roadmap Pathways 3DWeb*, 1-28.

Solaimani, S., Keijzer-Broers, W., & Bouwman, H. (2015). What we do—and don't—know about the Smart Home: an analysis of the Smart Home literature. *Indoor and Built Environment*, 24(3), 370-383.

Soy, H., Özdemir, Ö., & Bayrak, M. (2012). Gelecek Nesil Mobil Haberleşme Sistemleri: 3G, 4G ve Ötesi. *Akademik Bilişim*, 12, 1-3.

Soysal, T. (2023). Sanal Gerçeklik Ve Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Ceza Hukuku Üzerindeki Olası Etkileri Üzerine Bir Deneme. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi*, (53), 169-246.

Sreelakshmi, M., & Subash, T. D. (2017). Haptic technology: A comprehensive review on its applications and future prospects. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 4182-4187.

SRI INTERNATIONAL MENLO PARK CA. (2008). Disruptive Civil Technologies: Six Technologies With Potential Impacts on US Interests Out to 2025.

Srivastav, S. (2020, 9 Temmuz). Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learnings. What's the Real Difference?. Medium. <https://medium.com/swlh/artificial-intelligence-machine-learning-and-deep-learning-whats-the-real-difference-94fe7e528097>

- Srivastava, S. (2023, 1 Aralık). *Metaverse use cases and benefits*. Appinventiv. <https://appinventiv.com/blog/metaverse-use-cases-and-benefits/>
- Struthi, E. R. (2024, 7 Haziran). *Understand Random Forest Algorithm With Examples*. Analytics Vidhya. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/understanding-random-forest/>
- SSTTEK. (2023, 14 Haziran). *The Concept of the Metaverse: Pros, Cons & Future*. <https://www.ssttek.com/the-concept-of-the-metaverse-pros-cons-future/>
- Stephenson, N. (1994). *Snow crash*. Penguin UK.
- Strong Korea Forum. (2015, 8 Nisan). *STRONG KOREA 창조포럼 2014* [Video]. <https://youtu.be/zCGPzGZZnaw?si=4IP-9JdOUMmOnVup>
- Stucky, M. D. (2005). He is the One: The Matrix Trilogy's Postmodern Movie Messiah. *Journal of Religion & Film*, 9(2), 7.
- SumOfUs. (2022). *Metaverse: another cesspool of toxic content*. https://www.eko.org/images/Metaverse_report_May_2022.pdf
- Sun, C., Cao, J., Huo, R., Du, L., & Cheng, X. (2022, December). Metaverse Applications in Energy Internet. In *2022 IEEE International Conference on Energy Internet (ICEI)* (pp. 7-12). IEEE.
- Sunny, B. (2023). An Analysis of Future Prospects of Metaverse. In *How the Metaverse Will Reshape Business and Sustainability* (pp. 17-25). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Sutherland, I. E. (1968, December). A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I* (pp. 757-764).
- Szaniawska-Schiavo, G. (2024, 23 Ocak). *Must-Know Metaverse Statistics and Predictions for 2023*. Tidio. <https://www.tidio.com/blog/metaverse/>
- Tan, L., & Wang, N. (2010, August). Future internet: The internet of things. In *2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE)* (Vol. 5, pp. V5-376). IEEE.

- Tasa, U. B., & Görgülü, T. (2010). Meta-art: art of the 3-D user-created virtual worlds. *Digital creativity*, 21(2), 100-111.
- Tassi, P. (2022, 17 Ekim). *Meta's 'Horizon Worlds' Has Somehow Lost 100,000 Players In Eight Months*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/paultassi/2022/10/17/metahorizon-worlds-has-somehow-lost-100000-players-in-eight-months/>
- Taylor, T. (2022). Preventing Sexual Harassment In The Metaverse Workplace. Law360
- Technavio. (2023, 13 Aralık). *Metaverse in Entertainment Market by End-user, Component, and Geography - Forecast and Analysis 2023-2027*. <https://www.technavio.com/report/metaverse-in-entertainment-market-industry-analysis>
- Teicher, J. (2017, 31 Mart). *The little-known story of the first IoT device*. IBM. <https://www.ibm.com/blog/little-known-story-first-iot-device/>
- Terzi, A. (2020). Post-truth kavramı ve Türkçe karşılıkları üzerine. *Türk Dili*, 69(820), 80-86.
- The Economist Intelligence Unit. (2020). *The Internet of Things: Applications for Business Exploring the transformative potential of IoT*. https://euagenda.eu/upload/publications/18062020_cte-20report_final.pdf.pdf
- Thomas, P. C., & David, W. M. (1992, January). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Hawaii international conference on system sciences* (Vol. 2). ACM SIGCHI Bulletin.
- Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.
- Tom, W. (2022). *Who Will Make the Rules for the Metaverse?*. https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/mrcbg/files/195_AWP_final.pdf
- Tseng, G. (2018, 13 Nisan). *Gradient Boosting and XGBoost*. <https://medium.com/@gabrieltseng/gradient-boosting-and-xgboost-c306c1bcfaf5>
- Tulathimutte, T., & Lowood, H. (2004). Toying with the Game: Transgression and Subversion in Everquest.
- Turing, A. M. (1950). Mind. *Mind*, 59(236), 433-460.

Tuychlev, B. (2023, 27 Aralık). *A Guide To The Gradient Boosting Algorithm*. Datacamp. <https://www.datacamp.com/tutorial/guide-to-the-gradient-boosting-algorithm>

Unreal Engine. (2023, 3 Nisan). *Epic's Vision for the Metaverse | State of Unreal | GDC 2023* [Video]. <https://youtu.be/EqQ84b-v1DE>

Upadhyay, U., Kumar, A., Sharma, G., Gupta, B. B., Alhalabi, W. A., Arya, V., & Chui, K. T. (2023). Cyberbullying in the Metaverse: A Prescriptive Perception on Global Information Systems for User Protection. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 31(1), 1-25.

Usmani, S. S., Sharath, M., & Mehendale, M. (2022). Future of mental health in the metaverse. *General Psychiatry*, 35(4).

Uzun, M. Z. (2013). *Karayollari Üstyapı Profil Verilerinin Mobil Cihaz İle Konuma Bağlı Elde Edilmesi* (Tez No. 353543) [Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Vadapalli, P. (2020, 7 Ağustos). *Top 10 Dimensionality Reduction Techniques For Machine Learning*. UpGrad. <https://www.upgrad.com/blog/top-dimensionality-reduction-techniques-for-machine-learning/>

McKinsey & Company. (2022). *Value creation in the metaverse*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf>

Van Rijmenam, M. (2022). *Step into the metaverse: How the immersive internet will unlock a trillion-dollar social economy*. John Wiley & Sons.

Vise Clips. (2019, 15 Mayıs). *VR Chat - Girl with autism gets bullied* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=LdHly0zvjsM>

Vogels, E. A. (2021, 13 Ocak). *The State of Online Harassment*. <https://www.pewresearch.org/internet/2021/01/13/the-state-of-online-harassment/>

VoxEdit. (2019, 5 Mayıs). *VoxEdit - NFT Creator*. <https://www.voxedit.io/#/en/>

VRChat. (2024, 2 Haziran). *VRChat Safety and Trust System*. <https://docs.vrchat.com/docs/vrchat-safety-and-trust-system>

- VRChat. (2024, 7 Haziran). *Create, Share, Play*. <https://hello.vrchat.com/>
- Vujović, Ž. (2021). Classification model evaluation metrics. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(6), 599-606.
- Warin, C., & Reinhardt, D. (2022, September). Vision: Usable Privacy for XR in the Era of the Metaverse. In *Proceedings of the 2022 European Symposium on Usable Security* (pp. 111-116).
- Warwick, K., & Shah, H. (2016). Can machines think? A report on Turing test experiments at the Royal Society. *Journal of experimental & Theoretical artificial Intelligence*, 28(6), 989-1007.
- Wearcam. (1998, 11 Temmuz). *An experiment in connectivity Look out through my glasses right now (and/or most recently)*. <http://wearcam.org/myviews4.html>
- Wei, D. (2022). Gemiverse: The blockchain-based professional certification and tourism platform with its own ecosystem in the metaverse. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 10(2), 322-336.
- Weka. (2022, 28 Ocak). *Class AttributeSelection*. <https://weka.sourceforge.io/doc.dev/weka/attributeSelection/AttributeSelection.html>
- Wheeler, T. *Who Will Make the Rules for the Metaverse?*. (2022). 5 Aralık 2023 tarihinde https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/mrcbg/files/195_AWP_final.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Wiederhold, B. K. (2022). Sexual harassment in the Metaverse. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 25(8), 479-480.
- Wikipedia. (2023, 31 Ekim). *Sahtecilik*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sahtecilik>
- Wikipedia. (2024, 29 Nisan). *AdaBoost*. <https://en.wikipedia.org/wiki/AdaBoost>
- Wikipedia. (2024, 30 Mayıs). *Metaverse*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaverse>
- Wikipedia. (2024, 31 Mayıs). *Horizon Worlds*. https://en.wikipedia.org/wiki/Horizon_Worlds
- Wikipedia. (2024, 31 Mayıs). *Roblox*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Roblox>
- Wikipedia. (2024, 31 Mayıs). *Second Life*. https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Life

- Wiles, J. (2022, 21 Ekim). *What Is a Metaverse? And Should You Be Buying In?*. Gartner. <https://www.gartner.com/en/articles/what-is-a-metaverse>
- Wu, J., Lin, K., Lin, D., Zheng, Z., Huang, H., & Zheng, Z. (2023). What Financial Crimes Are Hidden in Metaverse? Taxonomy and Countermeasures. In *From Blockchain to Web3 & Metaverse* (pp. 181-214). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Wu, W. (2022, 11 Mayıs). *Unsupervised Learning*. https://na.uni-tuebingen.de/ex/ml_seminar_ss2022/Unsupervised_Learning%20Final.pdf
- Xi, N., Chen, J., Gama, F., Riar, M., & Hamari, J. (2023). The challenges of entering the metaverse: An experiment on the effect of extended reality on workload. *Information Systems Frontiers*, 25(2), 659-680.
- Xlstat. (2017, 3 Temmuz). *Logistic Regression (Binary, Ordinal, Multinomial, ...)*. [https://www.xlstat.com/en/solutions/features/logistic-regression-for-binary-response-data-and-polytomous-variables-logit-probit#:~:text=Logistic%20regression%20is%20a%20frequently,whose%20categories%20can%20be%20ordered\).](https://www.xlstat.com/en/solutions/features/logistic-regression-for-binary-response-data-and-polytomous-variables-logit-probit#:~:text=Logistic%20regression%20is%20a%20frequently,whose%20categories%20can%20be%20ordered).)
- XRHealth. (2023). *What We Treat*. <https://www.xr.health/what-we-treat/>
- Xu, X., Sheng, Q. Z., Benatallah, B., Chen, Z., Gazda, R., Saddik, A. E., & Singh, M. P. Metaverse Services: The Way of Services Towards the Future. *computing*, 5, 6G.
- Yadav, S., & Krishnaiah, R. V. (2013). Haptic science and technology. *arXiv preprint arXiv:1309.0185*.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2019). Blockchain technology overview. *arXiv preprint arXiv:1906.11078*.
- Yu, J. E. (2022). Exploration of educational possibilities by four metaverse types in physical education. *Technologies*, 10(5), 104.
- Zepeto Studio. (2021, 1 Aralık). *Express Yourself Through Live*. <https://studio.zepeto.me/products/live>
- Zhou, P., Zhu, J., Wang, Y., Lu, Y., Wei, Z., Shi, H., ... & Wang, L. Vetaverse: A Survey on the Intersection of Metaverse, Vehicles, and Transportation Systems.
- Zotter, A. (2022, 3 Ekim). *Financial crime in the metaverse is real - how can we fight back?*. Wolf Theiss. <https://www.wolftheiss.com/insights/financial-crime-in-the-metaverse-is-real/>

Ryu, S. (2022). An exploratory study on the possibility of metaverse-based Korean language subject design. *Korean Journal of General Education*, 16(2), 289-305.

杉本真樹. (2020). XR (Extended reality: VR・AR・MR) とテレプレゼンスによる遠隔医療・手術ナビゲーション・ロボット支援手術. *日本コンピュータ外科学会誌*, 22(3), 159-163.



EKLER

EK 1. Metaverse Ölçeği

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılıyorum.

- Evet
- Hayır

Cinsiyetiniz

- Erkek
- Kadın

Yaşınız

- 18-20
- 21-23
- 24-26
- 27 üzeri

Eğitim Durumunuz

- Ön Lisans
- Lisans
- Lisansüstü

Sınıfınız

- 1. Sınıf
- 2. Sınıf
- 3. Sınıf
- 4. Sınıf ve üzeri
- Yüksek lisans / Doktora

Medeni haliniz

- Bekar
- Evli

Fakülteniz

- Diş Hekimliği Fakóltesi
- Eğitim Fakóltesi
- Fen Edebiyat Fakóltesi
- İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi
- İletişim Fakóltesi
- İslami İlimler Fakóltesi
- Mimarlık ve Tasarım Fakóltesi
- Mühendislik Fakóltesi

- Sağlık Bilimleri Fakóltesi
- Spor Bilimleri Fakóltesi
- Tıp Fakóltesi
- Turizm Fakóltesi
- Veteriner Fakóltesi
- Yüksekokul
- Meslek Yüksekokulu
- Sosyal Bilimleri Enstitüsü
- Fen Bilimleri Enstitüsü
- Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Videoyu izlemeden önce, “Metaverse” kavramını duymuş muydunuz?

- Evet
- Hayır

Video Linki: https://youtu.be/fGF6ZqQ_WMA?si=b1f5IgK0zfU-Pb-h

Biri size Metaverse kavramını sorarsa, tanımlarken kendinizden emin olur muydunuz?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarından (Roblox, Fortnite, Pubg, VrChat, Zepeto, vb.) herhangi birini kullanıyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Oculus veya Playstation VR gibi bir sanal gerçeklik başlığınız var mı?

- Evet
- Hayır

Aşağıdaki Metaverse platformlarından hangisini kullanıyorsunuz?

- Roblox
- Zepeto
- VRChat
- HorizonWorld
- Diğer

Metaverse platformlarında diğer avatlardan rahatsız olan birine şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında belirli bir kişiye rahatsız edici isimler verildiğine tanık oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında başka avatlar tarafından tehdit edilen birine şahit oldunuz mu?

- Evet

- Hayır

Metaverse platformlarında başka avatarlar tarafından takip edilen birine şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Aşağıdaki Metaverse platformlarından en sık hangisinde tacize uğrayan birine şahit oldunuz?

- Roblox
- Zepeto
- VRChat
- HorizonWorld
- Diğer

Metaverse platformlarında bir başkasını kasıtlı olarak utandırmaya çalışan birine şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında birinin cinsel tacize uğradığına tanık oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında birinin fiziksel olarak tehdit edildiğine tanık oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında yaşanan bu davranışları taciz veya istismar olarak adlandırır mısınız?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında tacizin daha da kötüye gittiğini düşünüyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Metaverse ile ilgili haberleri takip ediyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Metaverse'ün insanların sanal iletişim ve etkileşim düzeylerini etkileyeceğini düşünüyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Başka bir kişinin, görünüşü, davranışı veya giyimi nedeniyle Metaverse platformlarında tehdit edildiğine şahit oldunuz mu?

- Evet

- Hayır

İnsanların başka bir kişinin Metaverse platformlarında konuşma / yazma şekli hakkında kaba şeyler söylediğine şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Başka bir kişinin, oda / lobide meydana gelen bir olaydan dolayı avatarlar tarafından Metaverse platformlarında taciz olayı yaşadığına şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Başka bir kişinin Metaverse platformlarında utandırıldığına veya küçük düşürüldüğüne şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

İnsanların, onlara durmalarını söylediklerinden sonra bile mağdurla cinsel konularda konuşmaya devam ettiğine şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında ırkı, cinsiyeti, inancı gibi nedenlerle insanların başka bir kişiyi odadan / lobiden dışladığına şahit oldunuz mu?

- Evet
- Hayır

Metaverse platformlarında zorbalık ve tacizin bir sorun olduğunu düşünüyor musunuz?

- Evet
- Hayır

EK 2. Etik Kurul Onay Formu



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Aksaray Üniversitesi- Aksaray Üniversitesi Rektörlüğü
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Tarih: 26/08/2022 16:07



E0000750375

Sayı : E-34183927-000-00000750375
Konu : Başvurunuz Hk.

Sayın: Hatice Sena KARAKUŞ

“Metaverse Temelli Cinsel Taciz ve Zorbalık Risklerinin Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Sınıflandırılması” başlıklı 2022/05-22 protokol numaralı başvuru 24.08.2022 tarihli toplantıda kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Yönergesi’nde belirtilen etik ilkelere **uygun olduğuna** toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin AYGÜN
Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik
Kurul Başkanı

Ek: İnsan Araştırmaları Etik Kurul Kararı

Evrakın elektronik imzalı suretine <https://e-belge.aksaray.edu.tr> adresinden 1adcab20-521d-4ae6-a19b-9128ef50478b kodu ile erişebilirsiniz.

Bu Belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu’nun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 1ADCAB20-521D-4AE6-A19B-9128EF50478B Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/aksaray-universitesi-ebys>

Adres: tarih Bölümü

Telefon No: 2882194 Faks No: 2882125

e-Posta: naygun@aksaray.edu.tr İnternet Adresi:

<https://www.aksaray.edu.tr/>

KEP Adresi:

Ayrıntılı bilgi için: Necmettin AYGÜN

Profesör

Telefon No: 2882194



AKSARAY ÜNİVERSİTESİ TEZ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin Adı Soyadı:		EVET
Kapak		
1	Tez Başlığı tutanaktaki başlıkla aynı mı?	X
2	Kapaktaki ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?	X
3	Kapak format kılavuzdaki kapak formatına uygun mu?	X
4	Kapakta yazılan tüm yazılar doğru olarak verilmiş mi?	X
İçindekiler		
5	Sayfa numaraları tam verilmiş mi?	X
6	Şekil, Çizelge vb. listeleri verilmiş mi? Sıralaması doğru mu?	X
7	Özet, Abstract, Giriş, Sonuçlar vb. bölümler var mı?	X
8	Yazım hataları kontrolü yapıldı mı?	X
Giriş		
9	Hazırlanan tezin önemini anlatıyor mu?	X
10	İkinci ve Üçüncü dereceden başlık içermemeli kuralına uyuldu mu?	X
Özet/Abstract		
11	Kılavuza uygun mu?	X
12	Ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?	X
13	Özet; tek sayfa, tek aralık, tek paragraf kuralına uygun olarak yazıldı mı?	X
14	Bilim kodu, sayfa adedi, anahtar kelimeler ve tez danışmanı yazıldı mı?	X
Kaynakça		
15	Kaynakların tamamına metin içinde atıf yapıldı mı?	X
16	Kaynak formatı kılavuzdaki kaynak formatına uygun olarak hazırlanmış mı?	X
17	Atıf formatı kılavuzdaki atıf formatına uygun mu?	X
Atıf Yöntemi APA 7 CMS ☐ İSNAD ☐		
Genel Değerlendirme		
18	Etik Beyan açıklaması okundu, uyuldu ve imzalandı mı?	X
19	Kabul/Onay sayfası kılavuzdaki formata uygun olarak düzenlenmiş mi?	X
20	Kabul /Onay sayfasında belirtilen oy birliği/oy çokluğu seçeneklerinden uygun olanı savunmayla tutarlı olacak şekilde belirlenmiş mi?	X
21	Sayfa kenar boşlukları ve sayfa numaraları kılavuzdaki formatına uygun mu?	X
22	Paragraf boşlukları ve metin satır aralığı kılavuza uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi?	X
23	Başlık yazımları kılavuzdaki başlık formatlarına uygun mu?	X
24	Yazı tipi ve boyutu kılavuzdaki yazı tipi ve boyutu formatına uygun mu?	X
25	Şekil, Çizelge vb. açıklama ve numaralandırmaları kılavuzdaki formata uygun olarak yazılmış mı?	X

Danışman Adı Soyadı

Prof. Dr. Zeliha SEÇKİN

İmza