ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/365768909

Eğitimde Yapay Zeka, Sanal Gerçeklik ve Sanal Evren(Metaverse)

Chapter · November 2022

CITATIONS
0

READS
63

2 authors:



Betül Ersöz
Gazi University
9 PUBLICATIONS **26** CITATIONS
SEE PROFILE



Halil Ibrahim Bulbul
Gazi University
49 PUBLICATIONS **351** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Wireless network security: Comparison of WEP (wired equivalent privacy) mechanism, WPA (wi-fi protected access) and RSN (robust security network) security … View project

All content following this page was uploaded by Betül Ersöz on 26 November 2022.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Bölüm 6

EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ, SANAL GERÇEKLİK VE SANAL EVREN (METAVERSE)

Betül Ersöz - Halil İbrahim Bülbül

İnternet ve ilgili teknolojilerin hızla gelişmesi toplumda çeşitli dönüşümler sağlamıştır. Bu doğrultuda, dijital dönüşüm ve buna uygun ekipmanların ilerlemesi ile çeşitli kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu kavramlardan olan yapay zekâ (YZ), sanal-artırılmış gerçeklik (VR/AR) ve sanal evren (metaverse) kavramları teknolojinin getirdiği yenilikler arasında yer almış, toplumun ihtiyaç duyduğu eksikliklere yönelik olarak geliştirilmiştir. Bu bölüm, son yıllarda çeşitli alanlarda kullanılan ve özellikle eğitimde öğrenenleri desteklemek adına etkili olduğu görülen YZ, VR/AR ve sanal evren kavramlarının öğrenme süreçlerine etkisini incelemek amacıyla oluşturulmuştur. Bununla birlikte, sanal evrenin getirdiği olası tehditler ve siber güvenlik sorunlarına yönelik risklere değinilmiş, bu bağlamda öneriler sunulmuştur. Özetle, YZ, VR/AR ve sanal evren bileşenlerinin eğitim-öğretimde önemi, yansımaları, sunduğu olanaklar, getirdiği yenilikler ve geleceğine yönelik ön görüler yer almaktadır.

6.1. GİRİŞ

21. yüzyıl ile birlikte dijitalleşen toplum, teknolojinin çeşitli alanlarına uyum sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Yaşamı kolaylaştırmaya yardımcı olan teknoloji alanlarında, sayısız tarihsel değişime ve dönüşüme tanık olunmaktadır. Toplumun dijitalleşmesini ve çağa uyum sağlamasında en büyük role sahip olan internet, 1990'lı yıllarda dünya çapında yaygınlaşmaya başlamış, sonrasında gelişen teknolojik araçların işlevleri de bu yönde ilerletilmiştir. Geçmişten bu güne internet ve ilgili ekipmanların gelişmesiyle toplum dijital dünya ile iç içe yaşamaya başlamıştır. Tim Barnes Lee'nin Html işaretleme dilini geliştirmesi ve World Wide Web (W3) bilgi paylaşım sistemini kurmasından sonra web teknolojileri de bu doğrultuda güncellenerek dijitalleşmeye yön vermiştir. 1990'lı yıllarda internet dünyasına adım atan web teknolojileri öncelikli olarak Web 1.0 ile statik olarak (makineden-insana tek yönlü aktarım) başlamış ve bilgi aktarımı tek yönlü yapılmıştır. 2000'li yıllarda Web 2.0'ın gelişmesi ile birlikte zenginleştirilen web platformu, kullanıcılara bilginin aktarılmasının yanında kullanıcılardan makineye bilginin aktarıldığı çift yönlü bilgi akışını da başlatmış oldu. Bu noktada Web 2.0 ile entegre olan web araçları aktif rol oynayarak toplumun sanal ortamda sosyalleşmesine olanak sağlamıştır. Sosyal medya, wikiler, bloglar ve youtube gibi medya araçları ile görsel, işitsel ve metin olarak insanların oluşturduğu veriler internet ortamına aktarılmaya başlamıştır. Toplum sanal ortamda sosyalleşirken anlamlı-anlamsız oluşan verilerini web ortamında dolaşıma sunmuştur. Verilerin her geçen gün artmasıyla 2010 yılından sonra büyük veri kavramı ortaya çıkmıştır. Büyük veriyi besleyen veriler; arama motorları, bloglar, e-postalar gibi etkileşimli ortamlardan alınarak büyük veri yığınlarını ortaya çıkarmaktadır. Web 3.0 (Semantik Web), teknolojisinin gelişmesi ile birlikte elde edilen veriler anlamlı ve işlenebilen veriler haline gelmiştir. Dijitalleşen dünyada toplum, internet bağlantılarını bilgisayar, tablet, akıllı cep telefonları gibi araçlarla kurarken, dünyada bir günde onlarca terabayt veri depolanmaktadır. Depolanan düzensiz veriler yapay zekâ ve derin öğrenme algoritmalarının gelişmesi ve işe koşulması ile anlamlı hale dönüştürülerek sağlık, endüstri, bankacılık, ulaşım, enerji gibi çeşitli alanlarda stratejik amaçlı kullanılmaktadır.

Teknolojinin son 30 yılda geldiği nokta, bundan sonra da gelişen teknolojiler ile topluma yön veren farklı uygulamalar ve gelişmelerin hızla ilerle-

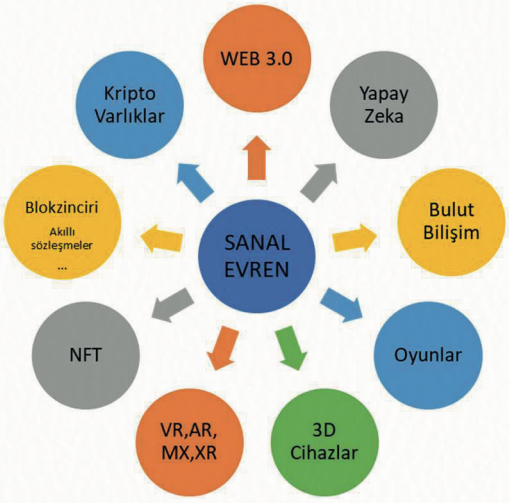
mesini mümkün kılmaktadır. Son yıllarda sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR), karma gerçeklik (MR) ve genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojilerinin hızla gelişmesi ile birlikte, teknoloji ile ilişkili çeşitli alanlarda sanal dünya teknolojilerinin kullanımı da giderek popüler hale gelmiştir. Toplum, 2006 yılında Second Life isimli oyunla sanal gerçeklik (VR) ile tanışmış, bu ve buna benzer oyun platformlarıyla ortaya çıkan sanal evren (metaverse), kişisel avatar oluşturma imkânı sunmuştur. 2003 yılında başlayan ve yaklaşık bir milyon düzenli kullanıcıya ulaşan Second Life ortamında kullanıcılar, kendi para birimi oluşturabilir, mülk inşa edebilir, etkinlikler düzenleyebilir ve kendi avatarlarını tasarlayabilmektedir [1]. VR, gerçek zamanlı etkileşime sahip, sürükleyici, tamamen yapay bilgisayar simülasyonlu bir görüntü ve ortam sunmuştur. Daha sonra Minecraft ve Roblox gibi sanal gerçeklik oyunları, aktif ve sayısı milyonları aşan kullanıcı profiline sahip olması ile genç neslin gözdesi olmuştur. Minecraft ve Roblox sanal alan oyunları kullanıcılara içinde oynadıkları ortamı oluşturabilecekleri ve şekillendirebilecekleri sanal evren sunmaktadır. Minecraft, ortak bir dünya oluşturmak için basit bloklar kullanan genç oyuncular için tasarlanmıştır. Roblox, oyun içinde çok sayıda oyuncunun dünyasını oluşturan daha programlanabilir bir ortam vadetmektedir [2]. Bu ortamlara bilgisayarlar, cep telefonları ve tablet gibi ekipmanlar ile bulunmanın yanı sıra sanal gerçeklik (VR) gözlükleri ve dokunsal (giyilebilir vb.) vücut ekipmanları ile gerçekçiliği yaşamak adına giriş yapılabilmektedir. Sanal evrende yaşama hissi veren kasklar, VR kulaklıkları ve çok duyulu ekipmanların yardımıyla, bu deneyim görme, ses, dokunma, hareket ve sanal nesnelerle doğal etkileşim yöntemleriyle güçlendirilmiştir [3].

2021 Aralık ayında Mark Zuckerberg'in Facebook'un adını META olarak değiştirmesi ile başlayan metaverse kavramı oldukça popüler hale gelmiştir. Meta's Reality Lab'ın baş bilimcisi Michael Abrash, avatarları foto gerçekçi hale getirecek, gerçekçi etkileşimli ortamlar yaratacak ve kullanıcıların ince el hareketleriyle girdileri kontrol etmesine izin verecek prototip teknolojisini göstermiştir [4]. Aslında sanal gerçeklik uygulamaları ile 2010 yılından sonra tanışan toplum, sanal evren olarak ta bilinen metaverse dünyası ile tanışmıştır. Sanal evren ile gerçek dünyada yaşanılan eylemler, kişisel avatarlar aracılığıyla etkileşim halinde olunarak çeşitli eylemler gerçekleştirilebildiği bir ortam haline gelmiştir. Bu kavram ile birden fazla sanal

evrenlerin oluştuğu ve bu evrenler arası geçişlerin yapılabileceği ön görülmektedir. Bu evreni oluşturan bileşenler, şeffaf ve güvenilir bir web ortamının oluşmasında ve blok zinciri sisteminde çalışan merkezi olmayan uygulamalar DApp'lerin tek bir sunucudan ziyade düğüm (node) olarak isimlendirilen binlerce bilgisayarla çalışmasını sağlamıştır. Web 3.0 ile gelen web3 cüzdanları ve sanal ekonomi, merkeziyetsiz hesapların oluşmasını sağlarken blok zincir defterlerinde dijital varlıkların korunduğu bir platform olarak yer almaktadır. Dijital paralar ile arsa alım-satım, dijital varlıklar alınması söz konusu iken dijital paralara (kripto para) rağbet artmaya başlamıştır. Merkeziyetsiz olan Bitcoin ve Etherium gibi kendi blok zincirine sahip kripto paraların yanı sıra sanal evren koinleri (coin) olarak bilinen ve oyun platformlarından adlarını alan çeşitli kripto para birimleri de sanal evrende kullanılmaktadır. İşlemlerin gerçekleştirilmesi adına kripto varlıklar ile parasal işlemlerin sürdürüldüğü bir platform oluşturulmuştur. Bununla birlikte benzersiz ve yerine tekrar konulması mümkün olmayan Nitelikli Fikri Tapular (NFT-Non Fungible Token), dijital varlıklar olarak sanal evrende yer almaktadır. NFT, sanat, müzik, oyun içi öğeler ve videolar gibi gerçek dünyadaki nesneleri temsil eden dijital bir varlıktır. Sanal evrende NFT'ler, işlemleri kaydeden dağıtılmış bir dijital defter olan blok zincirinde bulunmaktadır.

Sanal evrende, kullanıcıların verilerinden oluşan meta veri deposu sanal dünyaları bir araya getirmeyi amaçlamaktadır. Meta veri deposu, IoT (Nesnelerin İnterneti), yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi (ML) aracılığıyla sanal alanlar ile gerçek dünya arasındaki etkileşimlerin yanı sıra tüm sanal ve artırılmış gerçeklik deneyimlerinin gelecekteki koleksiyonu olarak da düşünülebilinir. Öncelikli olarak oyun platformları olmak üzere çeşitli sektörlerde meta veri depolarının geliştirilen uygulamaları, eğitim için meta veri deposu kullanılmasına da olanak sağlamıştır. Dolayısıyla, eğitimde sanal evren uygulamalarının gelişiminde, uygulamaları besleyebilecek meta veri tabanı kavramlarının önemi artmaktadır. Eğitim için meta veri deposunun kullanımı, büyük ölçüde, farklı sanal alanlar arasında sorunsuz bir şekilde hareket etmek için meta veri deposundaki beklentilere de bağlı olacaktır. Örneğin, insan vücudunda iletkenliğin etkisini görmek için elektronların nasıl aktığına dair endişelenmenize gerek yoktur. Meta veri deposu, bütünsel öğrenme deneyimleri için öğrenme ortamlarında birden fazla konunun birleştirilmesi için gelişmiş beklentilere izin verebilecektir. Meta veri deposu-

nun oluşumunda, sanal evren ile sanal oluşturulan dünyalar her geçen gün gelişmekte ve şekillenmektedir. Aşağıda yer alan Şekil 6.1'de sanal evren (metaverse) ve bileşenlerine dair şekil yer almaktadır. Bu kavramların sanal evrenle bağlantısı gün geçtikçe atmaktadır.



Şekil 6.1. Sanal Evren ve Bileşenleri

6.2. EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ (YZ), akıllı makinelerin özellikle akıllı bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliğidir. İnsan zekâsını anlamak için bilgisayarları kullanma görevine benzer, ancak yapay zekânın kendisini biyolojik olarak gözlemlenebilir yöntemlerle sınırlaması gerekmemektedir [5]. YZ, görsel algılama, konuşma tanıma, karar verme ve çeviri dâhil olmak üzere insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirme becerisi, insan yeteneklerine sahip bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımına rehberlik eden teorik bir çerçevedir. Bilgisayar ve bilgi iletişim teknolojileri yıllar içinde gelişmeye devam ederek yapay zekânın gelişmesini sağlamıştır. YZ, problem çözme ve örüntü tanıma gibi insan zekâsından esinlenerek oluşturulan, farklı bilişsel problemleri çözmeyi ve ardından uyarlamayı amaçlayan bilgisayar biliminde bir çalışma alanı olarak tanımlanabilir [6]. Genel olarak, bu tanımlar dan YZ, bilişsel, öğrenme, karar verme ve çevreye uyum sağlama dâhil olmak üzere insanlarla benzeri işlevleri yerine getirme becerisine sahip, belirli

bir zekâ düzeyine sahip makinelerin geliştirilmesini kapsamaktadır. Bununla birlikte YZ, minimum insan müdahalesi ile akıllı davranışı modellemek için bir bilgisayarın kullanımını gerektiren genel bir terimdir [7]. YZ, başlangıçta bilgisayar ve ilgili teknolojiler ile şeklini alarak web tabanlı ve çevrimiçi akıllı eğitim sistemlerine katkı sağlamıştır. Nihayetinde diğer teknolojileri ve gömülü bilgisayar sistemlerinin kullanımıyla, insansı ve web tabanlı sohbet robotlarının geliştirilmesinde rol oynamıştır. Eğitim alanında kullanımı incelendiğinde, eğiticilerin yapay zekâ ile ilgili platformları kullanarak, öğrencilerin ödevlerini daha etkili ve verimli bir şekilde gözden geçirme, not verme gibi farklı işlevleri yerine getirebildiği görülmüştür. Dolayısı ile öğretim etkinliklerinde daha yüksek kalite elde edilmesini sağlamaktadır. Öte yandan, sistemler makine öğrenimi ve uyarlanabilirlik gibi işlemlerden yararlandığından, müfredat ve içerikler öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda özelleştirilmiş ve kişiselleştirilmiştir. Web Zekâsı (WI) ve YZ araştırma ve geliştirmesinin, dağıtılmış zekâ oluşturmak için makine öğrenimi ve web teknolojisi ile akıllı aracı teknolojisi arasında bir denge oluşturma, kendi kendine öğrenen platformlarda öğrenme dâhil olmak üzere farklı unsurlara odaklandığı gözlemlenmektedir. Örneğin, robotların yapay zekânın veya bilgisayarların ve destekleyici ekipmanların içine yerleştirilmiş olması, eğitimin en temel birimi olan erken çocukluk eğitiminden itibaren öğrencilerin öğrenme deneyimine katkı sağlayan robotların oluşturulmasında kullanılmaktadır. YZ tabanlı sohbet robotları, kişiselleştirilmiş çevrimiçi öğrenme ortamı sağlar ve eğitmeni sohbet ortamına taşır. Bu teknoloji ile öğrencilerin anlama düzeylerini etkilenmektedir [8]. YZ destekli eğitim ile akıllı eğitim ortamları oluşturulmasında, sanal öğrenme ve veri analizi tahminleri destek sağlamaktadır. YZ öğrenme sisteminde öğrenen modeli, bağımsız öğrenme yeteneklerini geliştirmek için kritik öneme sahiptir. Öğrenenlerin öğrenme sürecinden elde edilen davranış verilerine dayalı olarak kurulur. Öğrencilerin düşünce ve yetenekleri, öğrenme yeteneklerini değerlendirmek için analiz edilir. Daha sonra, öğrenenlerin bilgi edinme ve uzmanlaşmasını sağlamak için bilgi analizi haritalanmaktadır. Öğrenci modellemesi, öğrenme sonuçları ile öğrenme materyalleri, kaynaklar ve öğretme davranışları dâhil olmak üzere çeşitli faktörler arasında bağlantılar kurmaktadır [9].

YZ; bilgi teknolojisinin eğitime entegrasyonunu hızlandırmakta oldukça etkin olup insanların yapamayacağı işlemleri yapabilmenin yanı sıra per-

formansı artıran birçok uygulama sunmaktadır. Bununla birlikte, YZ tabanlı eğitim, eğitim kalitesini, verimliliğini ve eşitliğini artırarak öğrenciler, öğretmenler ve bölgesel eğitim sistemleri için oldukça fayda sağlamıştır. Bu doğrultuda yapay zekâ tabanlı eğitimin etkin olduğu bazı alanlar aşağıda verilmiştir.

- *Öğrenme Analitiği:* Öğrenenlerden elde edilen bilgi nesnelerinin özelliklerinden gelen verilere odaklanır. Öğrenme analitiği kavramı, teknik etkinlik içerisinde olmayan eğitim dünyasına uygulanan yeni teknolojileri ve makine öğrenimini entegre etmektedir. Amaç, eğitime dâhil olan problemli ya da riskli öğrencilere destek olmak, geri bildirim ve öğretim içeriği edinmelerini sağlama gibi bireysel olarak ihtiyaç ve yeteneklerine göre uyarlamaktır [10].
- *Makine Öğrenimi:* Makine öğreniminin özü, bilgi keşfi, "eğitim verileri" olarak bilinen örnekleme veri setine dayalı ayrıştırma, anlamlı modeller ve yapılandırılmış bir bilgi üretme sürecidir. Örneğin, makine öğrenimi, öğrenenlerin sınıflarını ve üniversitelerini seçerken onlara öneriler oluşturmaya yardımcı olabilmektedir. Öğrencilerin başarı verilerini, isteklerini, tercihlerini en iyi şekilde geliştirilebile- cekleri kurumlarla eşleştirerek yönlendirmektedir. Ayrıca bu teknoloji, eğitmenlerin her kavramın öğrenciler tarafından nasıl sindirildiğini anlamalarına yardımcı olabilmektedir [11].
- *Veri Madenciliği*: Eğitimsel olarak veri madenciliği, öğrencilere sistematik ve otomatik yanıtlar üretmeye çalışmaktadır. Yapay zekâ ta- banlı eğitimsel veri madenciliği, içsel birliktelik kuralları geliştirmeyi ve öğrencilere kişisel ihtiyaçlarını karşılamaları için bilgiyi sunmayı amaçlamaktadır. Örneğin, öğrencilerin demografik karakteristik verileri ve not verme verileri, az sayıda yazılı ödevden analiz edilebilmektedir.

YZ'nin eğitim sektöründe uygulandığı diğer alanlar arasında müfredat, içerik geliştirme, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, web tabanlı platformlar, robotik, video konferans, görsel-işitsel dosyalar ve 3 boyutlu teknoloji gibi teknolojiler yer almaktadır. Yapay zekâ, sosyal etkileşimlerin her yönünü değiştirebilen, gelişen bir teknolojik alan olarak öğrencilerin daha iyi öğrenmesini mümkün kılmaktadır. Eğitimde YZ günümüzde, farklı bağlamlarda test edilmekte olan yeni öğretme ve öğrenme çözümleri üretmeye baş-

lamıştır [12]. Bu platformların ve araçların kullanımı, öğretici etkililiğini ve verimliliğini etkinleştirmiş ve iyileştirmiştir. Böylelikle daha zengin veya gelişmiş öğretim kalitesi amaçlanmaktadır. Benzer şekilde YZ, öğrencilere gelişmiş öğrenme deneyimleri sağlamada öğrenme materyallerinin öğrencilerin ihtiyaçlarına ve yeteneklerine göre özelleştirilmesini ve kişiselleştirilmesini sağlamaktadır [8]. Geçmişten bu güne, YZ'nin eğitim alanında kullanılması, öğretim-öğrenimde uygulanması ve etkileriyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapay zekâ ile öğrenenlerin bilişsel yeteneklerini artırma ve öğrenmelerinde insan benzeri zekâya sahip bilgisayarlar ve makineler ile yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan yenilikler ve gelişmeler son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Yapay zekânın çeşitli alanlarda sağladığı faydalarının etkin olması ile eğitim kurumları web destekli ve çevrimiçi özelliklere sahip öğrencilerin gelişimine yönelik uygulamalar kullanmaya başlamıştır. Eğitim deneyimlerini zenginleştirerek çeşitli web ortamına gömülü eğitmen-öğrenci davranışlarını öğrenen sistemler son yıllarda oldukça artmıştır. Eğitimde YZ ve Öğrenme Analitiği (ÖA) biçiminde eğitim ve araştırma alanlarına ilgi artmıştır. Eğitimde Yapay zekânın hedefi, öğrenenlerin yapay zekâ uygulamalarıyla insan-bilgisayar etkileşimi ve öğrenme bilimleri yoluyla öğrenmesini geliştirmek için insan-yapay zekâ destekleyici bir platform sağlamaktır [13]. Eğitimin yapay zekâ ile derinden dönüştürüleceği düşünülmektedir. Örneğin, UNESCO'nun "Eğitimde 2030 hedefine ulaşmak için yapay zekâ teknolojileri" gündemi, eğitim ve öğrenimde sürdürülebilir kalkınma hedeflerini geliştirerek destekleyen eğitim yönetim sistemleri, yapay zekâ destekli öğrenme yönetim sistemleri veya eğitim uygulamalarında yapay zekâ, öğretmenleri destekleyebilecek ve eğitimde zorlukların üstesinden gelebilecek yeni kişiselleştirilmiş öğrenme biçimlerini tanıtmaktır [12]. Bu gelişmeler doğrultusunda yapay zekânın gelecek yıllarda eğitim ve öğretimde daha aktif rol alacağı öngörülmektedir.

6.3. EĞİTİMDE SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

Son yıllarda oldukça popüler bir kavram olan sanal gerçeklik (VR), yeni bir teknoloji değildir. İlk sanal gerçeklik kulaklığını 1970'lerde Utah Üniversitesinden Daniel Vickers tasarlamıştır. İki ekrana sahip olan kulaklık, kullanıcıya kendisine sunulan sanal sahneyi başını çevirerek gözlemleme imkanı vermiştir. Birkaç yıl sonra veri eldiveni arayüzü tasarlanmıştır. 1982 yılında

ortaya çıkan bu cihaz, elin ve parmakların hareketini ölçerek bilgisayara iletmiştir [14]. Bugün, teknolojinin hızla ilerlemesiyle sürekli güncellenen ekipmanlarla sanal gerçeklik, kullanıcıların çeşitli donanımlarla sanal bir dünyada olduklarını hissettikleri ve gerçek dünya ile etkileşime girdikleri sistemler daha da artmıştır. VR, eğitimin yanı sıra birçok faaliyet alanı için oldukça etkindir. Eğitimciler, iyi tasarlanan sanal ortamlar sayesinde, sanal deneyimlerin öğrencilere sunabileceği öğrenme potansiyellerini anında ve içgüdüsel olarak algılamaktadır [15]. VR kullanımıyla öğrenme sürecinde öğrenenlerin performansı artırılabilinir, motive edilebilir ve teşvik edilebilmektedir. Soyut veya ulaşılması zor senaryolar ve sunulan sürükleyici ortamlar öğrenenleri cezbedebilmektedir. Eğitimde sanal gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin gerçek hayatta edinmeleri tehlikeli veya imkânsız olan ve önceleri eğitimde ilgiyi, etkileşimi artırmak amacıyla bilgisayar ortamı kullanılarak eğitim ortamları dijital hale getirilmiştir. Bugün, bu ortamlar bir adım daha ileriye taşınarak üç boyutlu bir eğitim ortamı olan VR teknolojileri deneyimleri kazanmada, yaparak ve yaşayarak öğrenme yöntemi deneyimlenmektedir. Bu nedenle sanal gerçeklik, geleceğin eğitim ortamları için önemli bir yeniliktir [16]. VR, kullanıcının bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir model veya sanal ortam ile etkileşime girmesine olanak tanır. Örneğin, uygulanabilir bilimler, arkeoloji, tarih ve mimarlık dâhil olmak üzere birçok farklı eğitim alanında VR uygulanmıştır. VR'nin eğitimde avantajı, geleneksel yöntemlerle tasvir edilmesi imkânsız veya anlatılması zor olan birçok konuda öğrencilere deneyimleme fırsatı verilmesidir. Özellikle VR, deneyimsel doğası, diğer temel özelliği olan etkileşim ve geleneksel öğrenme paradigmalarından oldukça farklı olması sebebiyle öğrenenlere yeni bir boyut sunmaktadır. Soyut kavramları öğretmek için ortak mekanizmalar olan, metafor ve analoji kullanılmaktadır. Öğrenenler deneyimler yaşayıp, çevreleriyle etkileşime girerek sanal dünyadan bilgi elde etmek için duyu organlarını kullanarak öğrenirler. Sanal gerçeklik, gerçek dünyadan elde edilen duyusal girdiyi bilgisayar simülasyonu tarafından oluşturulan duyusal girdi ile değiştiren bir teknolojidir [17]. Öğrenenlerin hareketlerine ve doğal davranışlarına yanıt vererek etkileşim sağlar. Bu açıdan VR, öğrenenlerin senaryoları ve durumları hayal etmek yerine deneyimlemesine olanak tanıyan bir ortam sağlayarak öğretime yardımcı olabilecek güçlü bir teknolojidir. VR sistemlerinin deneyimsel doğası üç kaynaktan türetilir: daldırma (*öğrenenlerin sanal gerçeklik cihazı ve fiziki ortam ile olan bağı-*

nın bazı sınırlılıklarının kesilerek sanal dünyada bulundurma hissini vermek), etkileşim ve çoklu duyusal geri bildirimdir [18]. Bu yönü ile VR'nin amacı, gerçek dünyayı sanal bir dünyayla kullanıcının gerçek dünyadaymış gibi davranmasına izin vermektir. VR deneyimsel doğası gereği öğrenmeyi yapılandırmacı yaklaşım ile desteklemektedir. Yapılandırmacılık, insanların bilgiyi deneyimlerinden öğrenerek yapılandırdığını belirten bir bilgi edinme teorisidir [19]. Piaget tarafından popüler hale getirildiği gibi teori, öğrencinin hâlihazırda kurulmuş olan dünya modeli içinde yeni deneyimleri özümsemeye çalıştığını belirtmektedir. Öğrenen yeni ayrıntıları başarılı bir şekilde özümseyemezse, yeni deneyimlere uyum sağlamak için farklı bir boyuttan hareket etmektedir [17]. Bu noktada, gerçek dünyada yapılamayan ya da yapılmasının zor olduğu eylemlerin gerçekçi hisler ile öğrenenlere kazandırılması sanal gerçekliğin sunduğu gelişmiş bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak sanal gerçeklik deneyimlerinin geleneksel öğrenme tekniklerine göre dezavantajlarından biri, özellikle ilk benimsendiği ve popüler olduğu dönemlerde VR gözlük ve ekipmanların pahalı ve istenilen kolaylıkta deneyimlenememesi fırsat eşitsizliği olarak görülmüştür. Eğitimde sanal evrenin kullanımının maliyetli olduğu ve sürekli yeni teknolojilerle uyum sağlamak zorunda olma mecburiyeti bu alanda yapılan uygulamaların bir diğer zorluğu olarak düşünülmektedir. Yüksek performanslı bilgisayarlar veya oyun konsolu kullanılmasını gerektiren bazı üst düzey kulaklılar ve kasklar oldukça pahalıdır. K-12 ve Yükseköğretimde sanal evren dünyasına entegre platformların geliştirilmesi sanal evrene yapılacak olan maliyetin oldukça fazla olacağı yönündedir. Ancak bilgisayar ve internet teknolojilerinin evrimi de bu şekilde yapılmıştır. Sanal evrenin eğitimde kullanımında düşük performanslı bilgisayarlarla çalışan ekipmanlarda daha ucuz VR projeleri devam etse de fırsat eşitsizliğine sebebiyet vermemek için kurumların eğitim ortamlarında alt yapı ve donanım malzemelerine yatırımlarını yapmasını gerektirmektedir [14]. Çünkü, çoğu özel sanal gerçeklik sistemi, okullarda ve Yükseköğrenim Enstitülerinde yaygın olarak kullanım için pahalıdır [20]. Yakın zamana kadar, kullanıcıları farklı yönlere bakarak görünümü değiştirebilecekleri bir ortama "daldıran" başlıklar kullanan VR, hem pahalı donanım hem de özel uzmanlık gerektiren kaynak yoğun bir teknolojiydi. Şu anda, ortalama bir eğitimcinin erişebileceği çeşitli ucuz, kullanımı kolay VR donanım ve yazılım seçeneği bulunmaktadır. Sanal gerçeklik oldukça uzun bir süredir var olmasına rağmen, nispeten düşük maliyetli, tüketici sınıfı

sanal gerçeklik donanımı yeni bir olgudur. Bu düşük maliyetli veya ücretsiz VR seçenekleri, hem öğretim araçları hem de öğrencilerin sanal gerçeklik sunumlarının tasarımı ve üretiminde deneyim kazanmalarına ve uzmanlık geliştirmelerine olanak tanıyan medya üretim araçları olarak umut vaat etmektedir. Sanal gerçeklik üretim ve sunum yazılımlarının çoğu, eğitimciler ve öğrenciler tarafından ücretsiz olarak kullanılabilir. Örneğin, Unity açık kaynak bir yazılımdır ve VR üretimi için endüstri standardı olarak kabul edilmektedir. En ucuz VR görüntüleyicilerden biri Google Cardboard'dur. Google Cardboard'un arkasındaki temel dayanak, sabit bir görüntüleyici olarak hizmet veren bir cihazın içine yerleştirilmiş bir akıllı telefon veya küçük tablet cihazı (iPod Touch gibi) kullanmaktır. Şu anda mevcut olan en yaygın ve kolay uygulanan sürükleyici VR teknolojisidir [21]. Eğitimde kullanımı giderek artan VR teknolojileri, öğrenenlerin öğrenme biçiminde farklı deneyimler sunmaya ve güncellenen sürümleriyle gelişmeye devam etmektedir.

Son yirmi yılda büyük bir hızla değişen teknoloji dünyası, akıllı telefonlar, G-6, robotik, yapay zekâ, blok zincir teknolojileri, nesnelerin interneti (IoT), artırılmış gerçeklik/sanal gerçeklik (VR/AR), sanal evren (metaverse), uzaysal bilgi işlem, otonom araçlar, uçan arabalar, gökyüzü bağlantılar, sinir ağları, kuantum hesaplama, uzay yolculuğu ve diğer şaşırtıcı araştırma ve icatlar insanların hayal ettiği şeylerinin ötesinde gelişmiştir [22]. 1999 yılına kadar artırılmış gerçeklik (AR), bilimsel araştırma laboratuvarlarıyla sınırlıydı. Ekipman pahalıydı ve yazılımı normal kullanıcıyı böyle bir teknolojiyle baş edemez hale getirecek kadar karmaşıktı. ARToolKit2'nin Kato ve Billinghurst tarafından 1999'da açık kaynak topluluğuna sunulması, bu teknolojiye geçişte yeni bir dönem başlatmıştır [14]. Günümüzde çeşitli alanlarda kullanılan bir teknoloji olan AR, eğitim ve öğrenme şeklinde de etkilidir. Çünkü günümüze kadar eğitim-öğretim büyük değişimler yaşamıştır. Ele alınması gereken büyük bir dijital uçurum olmasına rağmen, inovasyon süreci bu aşamada durdurulamaz hale gelmiştir. VR, AR ve YZ, eğitim ve araştırmayı kökten değiştirmek için güçlü yetenekleriyle modern çağın teknolojileridir. Geleneksel öğretimde köklü bir dönüşümün yanı sıra gömülü teknolojilere de entegre bu dijital teknolojiler öğrenen-öğreticilerin bilgiyi özümseme ve aktarma becerilerini geliştirmekle kalmaz, aynı zamanda birbirleriyle simbiyotik bir ilişki içerisinde olmasını sağlamaktadır [23]. Örne-

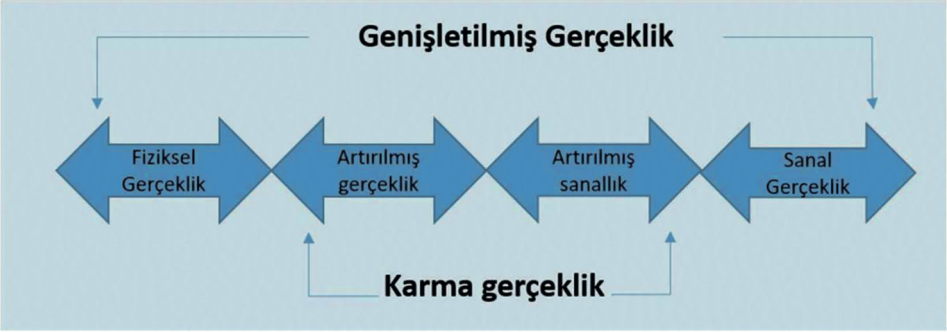
ğin, sanal bir görüntü, video veya animasyonla genişletilmesi olarak bilinen AR, öğrenenlerin makalelerini veya kitaplarını etkileşimli ve eğlenceli hale getirmek için etiketler olarak ses, video ve animasyonu yerleştirebilecekleri çalışmaları için hikâye anlatımı kitaplarında veya broşürlerinde kullanılmaktadır [22]. Eğitim alanlarında yapılan yatırımların değerinin artması ve sanal evrenlerin yaygınlaşmasıyla YZ, AR ve VR uygulamalarının eğitim dünyasında etkinliğinin her geçen gün artacağı kaçınılmazdır.

6.4. EĞİTİMDE SANAL EVREN (METAVERSE)

Sanal evren (metaverse) kavramı, Neal Stephenson adlı yazarın bilimkurgu Snow Crash romanında 1992 yılında gündem olmuştur. Romanda avatarların içerisinde yer aldığı sanal dünyaya "metaverse" denilmiştir. Metaverse kavramı "meta" ismini Yunanca "sonra, öte" anlamından ve İngilizcedeki "universe" kelimesinin birleştirilmesiyle türetilen metaverse "evrenötesi" ve "sanal evren" anlamından almıştır. Sanal evren kavramı hakkında aslında genel kabul görmüş bir tanım bulunmamaktadır. Ancak Sanal evren, hem yaşanılan hem de canlandırılan bir evrende paradokstur. Sanal evren, sürükleyici bir 3D sanal ortam ve avatarların içinde bulunduğu gerçek bir sanal yapay topluluktur [24]. Sanal evren, sadece artırılmış ya da sanal gerçeklik demek değildir. Bu teknolojilerin de desteklediği devasa bir sanal toplum inşası, küresel ama dijital bir köy olarak tanımlanabilir. Ayrıca diğer kavramlardan ayıran en önemli özelliğinin, sınırları-sınırlamaları ortadan kaldırması olarak söylenebilir. Oluşturulan teknolojilerin yazılım veya donanımları imkân verdiği ölçüde kullanılabilirken sanal evrende platform olarak sınırlar bulunmamaktadır [25]. Eğitim dünyasında da yankı bulan ve çalışmalarının sürdürüldüğü sanal evren uygulamaları oldukça önem kazanmıştır. Google, HTC ve Microsoft gibi şirketler, son on yılda Microsoft'un Hololens'i, Google'ın AR geliştirme yazılımı ARCore gibi karma gerçeklik alanına büyük yatırımlar yapmaktadır. Microsoft tarafından geliştirilmiş avatarlara sahip 3D gözlükler ve veri eldivenleri kullanarak Teams için Mesh adlı bir VR eklentisi Covid-19 küresel salgın döneminde karma gerçeklik uygulaması oldukça ses getirmiştir. Yeniden markalaşan Facebook'un adının Meta olarak değişmesiyle, tamamen sürükleyici VR toplantıları için tasarlanmış bir dizi iş odaklı VR aracı sunan Horizon Workrooms adlı Oculus Quest 2, sanal gerçeklik gözlükleri ile sanal evren dünyasında toplantılar

oluşturulmasına fırsat sunulmuştur. Akademisyenler, çalışanlar ve öğrenciler için sanal konferanslar, konferanslar ve sınıflar gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum eğitim ve iş dünyasında kişisel avatarların oluşturularak katılım yapılmasına olanak tanıyan oldukça önemli bir gelişmedir. Seyahat maliyetlerinin azalmasının yanı sıra fiziksel olarak bir araya gelinmeden toplantıların sanal ortama taşındığını göstermektedir. Gelecekte eğitim-öğretim sanal evren uzayında olacağı ön görülmektedir. Örneğin, Sanat tarihi dersini sınıfta VR başlıkları kullanarak öğretmek ve müze parçalarını 3D sanal gerçeklik alanında deneyimlemek için öğrenenleri sanal olarak doğrudan sınıfa getirmek için çeşitli üniversitelerde hâlihazırda uygulamalar yapılmıştır. Öğrenciler sanat eserine girebilmekte ve ona sanal olarak dokuna- bilmektedir. Bu öğrenme deneyimsel olduğu için bilginin akılda tutulması daha kalıcıdır [22].

Geçmişten bugüne teknolojinin getirdiği yenilikler arasına VR, artırılmış gerçeklik (AR), karma gerçeklik (MR) ve genişletilmiş gerçeklik (XR) gibi sanal ve gerçek dünyanın bir arada kurgulandığı ortamlar dâhil olmuştur. Bu noktada teknoloji ve ilgili ekipmanların gelişmesi, VR, AR, MR ve XR teknolojilerinde ciddi ilerlemelerin önünü açmıştır [26]. VR, kullanıcının algısını tamamen gerçek dünyadan benzer veya tamamen farklı bir sanal dünyaya çeviren bilgisayar simülasyonlu bir deneyimdir. VR, bu teknolojilerin en yaygın olarak bilinenidir. AR, sanal nesnelerin ve ortamların gerçek dünyayla karıştırıldığı yerdir. Kullanıcı, bilgisayar tarafından oluşturulan algısal bilgilerle birlikte gerçek ortamını görüntülemektedir. AR, diğer dijital ayrıntılarla gerçek dünya deneyimini geliştirir, yeni bir algı katmanı oluşturur ve gerçek dünyayı merkezde tutarak kullanıcının gerçekliğini veya çevresini tamamlar. MR, gerçek ve sanal dünyaların karıştırıldığı bir sanal ortamdır. MR, gerçek dünya ile dijital unsurları birleştirir. Genellikle, kullanıcı başa bir ekran takmaktadır. MR'de kullanıcı, yeni nesil algılama ve görüntüleme teknolojilerini kullanarak fiziksel, sanal öğeler ve ortamlarla etkileşime girebilir ve bunları değiştirebilir. XR, insan ve makine arasındaki etkileşimin bilgisayar teknolojisi ve donanımı tarafından oluşturulan etkileşimler yoluyla gerçekleştiği, bir araya getirilmiş tüm gerçek ve sanal ortamları ifade etmektedir. XR teknolojileri VR, MR ve AR'den oluşmaktadır [27]. Şekil 6.2'de sanal evren ile bağlantılı olan XR, MR, VR ve AR teknolojilerine yönelik şekil yer almaktadır. Bu kavramlar, sanal evren ile ilişiklidir. Yakın gelecekte etkileşimlerin daha da artacağı düşünülmektedir.



Şekil 6.2. XR, MR, VR ve AR ile Gerçeklikler

Sanal evren ile kullanıcıların çalışabileceği, öğrenebileceği, oynayabileceği, satın alabileceği, tanıtabileceği ve kazanabileceği bir evren oluşturulması planlanmaktadır. Animasyon, oyun, AR/VR, sanal evren, robotik, interaktif sanat ve ilgili alanlarda daha iyi öğrenme, daha çeşitli dijital içerikler ve daha yeni vizyonlar sağlayacaktır [22]. Sanal ortamlar, dijital nesneler ve VR ve AR gibi insanlarla çok duyarlı etkileşimler sağlayan teknolojiler ile entegredir. Bu nedenle, sanal evren, kalıcı ve çok kullanıcılı platformlarda sosyal ağa bağlı sürükleyici ortamlardan oluşan birbirine bağlı bir ağdır [3]. VR ve AR teknolojileri bugün çoğunlukla oyun alanında aktif olarak yer almaktadır ancak sanal evren ile sadece oyun oynamaktan ziyade, çeşitli etkinliklerin oluşturulduğu yeni bir sanal evrenin oluşturulacağı söylenebilir. Toplum bu sanal dünyada etkileşimler kurabilecek ve bu evrende zaman geçirecektir. Web 4.0 teknolojisine doğru yol alırken, yapay zekâ ve artırılmış gerçeklik ile sanal evren dünyasının ilişkilendirilmesi söz konusudur. Sanal evren ile üç boyutlu avatarlar oluşturularak hem gezilebilir hem de çeşitli aktiviteler yapılabilme imkânı sunulmaktadır. Dolayısıyla sanal evren dünyası oldukça geniş bir alana hâkim olacak dahası yeni bir ekonomik pazar haline gelebilecektir. Beklenen sanal evren, doğrudan fiziksel etkileşimlere sahip gerçekçi bir toplum, ırk, cinsiyet ve hatta fiziksel engellilik kavramları zayıflatarak toplum için oldukça faydalı olacaktır [28]. Dijital olarak bir alan sunan Microsoft sanal evrenini, kullanıcıların ve yaşamların dijital birer temsilini yaşattığı yönünde tanımlamaktadır. Sanal evren dünyasında avatarlar sayesinde toplu halde buluşmalar, eğlence mekânlarına giderek sosyal deneyimler yaşamak VR ile sanal dünyada mümkün hale gelmektedir. Sanal evren ile geliştirilen yeni donanımsal ekipmanlar oldukça ger-

çekçi görünen bir hayatı yaşamayı mümkün kılmaktadır. Sanal evrenin sunduğu imkânlar sadece eğlence değil aynı zamanda eğitim alanlarında da kullanımlarının artacağıdır. Bu yönüyle sanal evrenin eğitimde kullanımına yönelik beklentiler öğrenmeyi daha kapsamlı, ayrıntılı, sosyal ve tarafsız hale getirerek eğitimi iyileştireceği yönündedir. Ancak geleneksel bir sınıfı sanal bir dünyaya dönüştürmek oldukça zorlu bir süreçtir. Microsoft ve Meta gibi büyük şirketler olmak üzere birçok şirket öğrenciler için sanal evrende eğitim deneyimleri üzerinde çalışmaktadır. Meta veri deposunun gerçek hayatı sanal bir ortama dönüştürmekle kalmayıp, eğitimi daha da iyileştireceği beklenmektedir. Yaşanılan sanal deneyimler sınıftaki her öğrenci için pahalı teknolojileri gerektirmektedir. Aileler ve eğitim kurumları bu maliyetleri öğrenme sürecinde bir engel olarak görebilmektedir. Ancak sanal dünyaların faydaları anlamlı ve ölçülü şekillerde gerçekleşirse muhtemelen kurumlar bütçelere öncelik verecektir. Sayısallaştırılmış benzerliklere sahip üç boyutlu avatarlarını oluşturan öğrenenler, fiziksel özelliklerini kendi isteklerine göre değiştirebileceği gibi kendilerine hiç benzemeyen fabrikasyon avatarlar seçebilmektedir. Bir sınıf ortamında bir araya gelerek bireysel avatarlar aracılığıyla öğrenenlerin fiziksel ortamdan ziyade sanal bir evrende buluşturan çalışmalar devam etmektedir. Örneğin, tekerlekli sandalye kullanan öğrenenler gerçek dünyadaki engellerinden sıyrılıp çoklu evrende tamamen işlevsel bacaklara sahip olabilirler. Sanal sınıflar veya eğitim için artırılmış gerçeklik, dijital oyunlar ve sosyal medya platformları yakın gelecekte meta veri tabanının büyük çoğunluğunu oluşturacaktır. Eğitim alanında yeni örneklerine rastlanılan ve sanal evrende çığır açan bir okul, eğitim için meta veri tabanına çoktan girmiştir. Optima Classical Academy 2022 yılında %100 sanal sözleşmeli okul açılmayı planlamıştır. Okul, 3-8. sınıflardaki ABD-Florida'da öğrencilerine ücretsiz olarak sanal evren sınıfları sunulması planlanmaktadır. Bununla birlikte, kurum dünyanın her köşesinden öğrenci kabul etmeyi planlamaktadır. Sualtı sınıflarından Yunan tapınaklarına kadar çok çeşitli temalara sahip sanal sınıflar planlanmaktadır [29]. Öğrenenler kendi evlerinden ya da istedikleri bir yerlerden çalışacak ve katılmak için Oculus gibi VR başlıkları kullanacaktır. Meta veri deposu ile sanal evren uzmanları kaliteli içeriklerin oluşturulmasını hedef edinmiştir. Eğitimde sanal evren etkinliğine ilişkin veriler hala karışıktır. Ancak eğitim alanında sanal evren ile bağlantılı olarak kullanımına ilişkin bütünleşik öğrenme, sorumlu kullanım değerlerin geliştirilmesi, ilgi çekici rehberlikler ve yarat-

ma-paylaşma özgürlüğünün sunduğu özellikler sanal evrende ilerlemelerin potansiyel yolların başında gelmektedir. Aşağıda yer alan Şekil 6.3'de bu doğrultuda oluşturulmuş şekil yer almaktadır.



Şekil 6.3. Eğitimde Sanal Evren ve Potansiyel Yöntemler [30]

Eğitim dünyası, geçmişten bugüne çeşitli dönüşümler içerisinde yer almıştır. Sanal gerçeklik ve eğitim ile ilgili çalışmalar özellikle son 15 yıl içerisinde daha fazla rağbet görmüştür. Çünkü VR, kullanıcılara görsel, dokunsal ve gerçeğe benzer his duygusunu gelişmekte teknolojiler ve uzaysal bilgi işlem teknolojisi sınıfı deneyimi sunar. Sanal gerçeklik kav- ramı, teknolojik ekipmanlar ile kurgulanan gerçek ve hayali bir yaşamın birleştirilmesi olarak ta tanımlanabilmektedir. Öğrenmeyi sanal olarak öğretmek, öğrenmeyi zenginleştirerek deneyimle öğrenmeye olanak sağla- yan bir platformdur [31]. VR, kullanıcıların etkileşimde bulunabileceği, bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu bir görselleştirmedir. Second Life adlı oyun ile tanışan 21. yüzyılın toplumu etkileşimli öğrenmenin daha fazla yoğun olduğu bir ortama geçiş sağlamıştır. Ancak gelişen teknoloji ve sanal evreni kullanma oranlarının artması, uzaktan eğitim ile kat edilen yolların son iki yılda oldukça fazla olması ile çocuklar ve genç yetişkinlerin öğretme ve öğrenmeye meta-öğrenme ile daha fazla yönelmeleri öngörülmektedir. Zoom ve Teams gibi platformlarda yapılan toplantılar, görüşmeler çalışan ve öğrenenler için yeni normal hale gelmiştir. Profil resimleri gibi temsili avatar seçme

olgusu da toplumsal olarak benimsenmiştir. Eğitimciler, öğrenenler ve sosyal varlıklar olarak sanal gerçeklik ve meta evrende buluşma davetleriyle giderek daha fazla karşılaşmak kaçınılmazdır. Meta veriye daha geniş bir şekilde erişildikçe, insan-bilgisayar etkileşimi ve bilgisayar destekli ortak çalışma için heyecan verici bir alan sunmaktadır. VR'nin yeni öğrenme ve öğretme biçimlerini nasıl mümkün kılacağı araştırmaları devam etmektedir. VR'yi benimsemek ve sanal evren ortamına girmek teknolojinin her noktasına ayak uyduran toplum için eğitim yaşamında da denemeleri ile devam edecektir. Pandemi ile fiziksel ortamdan ziyade sanal ortamlarda uzaktan eğitim çalışmalarına daha fazla yoğunlaşılmıştır. 2022 yılının başlarında ODTÜ araştırmacıları, öğrencilere yönelik geliştirilen her öğrenenin bir avatarla temsil edildiği ve üç boyutlu "metaverse" dünyasında, derslerin fiziksel gerçekliğe en yakın ortamda yapılabildiği "sanal okul" projesini geliştirmiştir. Sanal okul gibi üç boyutlu sanal evren ortamında ise öğrencilerin hem kendilerinin hem sınıf arkadaşlarının ve hem de öğretmenlerinin avatarı bulunmaktadır. Proje ile sanal evren ortamlarında bu bulunuşluk hissine odaklanılmaktadır. Gerçek dünyada nasıl hissediyorlarsa ve diğer kişilerle nasıl etkileşim halindelerse, sanal evren ortamında da fiziksel gerçekçiliğe en yakın ortam sağlanabilme hedeflenmiştir [32]. Bununla birlikte, Education (eğitim) ve Metaverse kelimeleriyle oluşturulan EduVerse kavramı şimdiden popüler hale gelmiştir. Hatta K-12 eğitimi için eğitimcilerin iş birliği yapabileceği onlarca etkileşimli Metaverse ortamı (Metaverse hub) oluşturulmuştur [25]. Sanal evren ile ilgili yapılan çalışmalar ve buna olan ilginin her geçen gün arttığı dijital çağda bir sınıfta fiziksel olarak bulunma, ayrıcalıklı bir eğitim deneyimi olmaktan çıkacaktır. Avatarlar ile beden dili ve yüz ifadesi doğruluğu, sanal katılımın eşit derecede etkili olmasını sağlayacaktır [3]. Gelişmiş sanal dünyanın bir özelliği, öğrencinin öğrenmesini kolaylaştırmak için içinde barındırdığı ve öğreticiler tarafından özel olarak yetiştirilen çeşitli BT kaynaklarını uygulayabilmektir. Benzer şekilde, yüksek öğretim kurumları ve okullara öğrenenlerin mobil cihazlarına kurulmak üzere Google Play Store'da bulunan uygulamalara erişmek için QR kodları dahil edilebilmesi gerekmektedir [33].

Meta verinin daha geniş bir sınıflandırması artırılmış gerçeklik, yaşam günlüğü, sanal gerçeklik ve ayna dünyaları gibi dört önemli kavramla bir araya getirmektedir. Bu kavramlar eğitim sektöründe kullanım örneklerini

yönlendirmek için sanal evren teknolojisini kullanma konusunda ayrıntılı bir izlenim sağlamaktadır. Bu kavramlar:

- *Arttırılmış Gerçeklik (Augmented Reality-AR):* Temel olarak konum tabanlı teknoloji ve ağları kullanarak akıllı bir ortamın yaratılmasını sağlamaktadır. İstenilen özelliklere göre gerçek dünyadaki nesneler üzerinde dijital bir görüntü oluşturmaya yardımcı olmaktadır. AR'nin önemli uygulamalarından bazıları, araç HUD'larının yanı sıra akıllı telefonlarda da mevcuttur. AR'nin en popüler örneği Pokemon Go oyunudur.
- *Yaşam Günlüğü (Lifelogging):* Eğitim ve öğrenim alanında sanal ev- ren kullanım senaryoları için yaşam günlüğü bir başka önemli kav- ram olarak görülmektedir. Bilgi ve günlük deneyimleri insanlar ve nesnelerle yakalamak, depolamak ve paylaşmak için kullanılan bir teknolojidir. Lifelogging, artırılmış teknolojinin kullanımına odaklanır ve bunun pratik örneklerinden bazıları kara kutulara ve giyilebilir teknolojilerde örnek olarak yer alabilmektedir. Örneğin, *Apple Watch Samsung Health*, yaşam günlüğünün gerçek dünyada öne çıkan kullanımlarından biridir. Lifelogging, günlük yaşam ve düşüncelerden oluşan üretken sonuçlarla belgelenmesine odaklanmaktadır. Kendi kendine öğrenme deneyimlerine odaklanarak eğitim için sanal evren kullanımlarını artırmaya yardımcı olabilmektedir. Bir bireyin hayatındaki günlük olayları gözden geçirebilir ve yansıtabilir. Meta veri deposu bu nedenle, geri bildirimi ve pratikte kişinin hayatından öğrenmeyi temsil etmek ve uygulamak için hayati bir araç sunabilmektedir. Aynı zamanda, farklı bilgi türlerini eleştirel bir bakış açısıyla keşfetmek için farklı yollar sağlamaktadır. Yaşam günlüğü, bilgilerin yaratıcı bir şekilde yeniden yapılandırılmasının yanı sıra farklı öğrenme deneyimlerini yansıtmaya da yardımcı olabilir [30].
- *Ayna Dünyası:* Bu kavram, eğitimde sanal evrenin çeşitli kullanım durumları için de önemli ölçüde önemlidir. Aslında gerçek dünyanın gelişmiş bir sanal karşılığı olan dış dünyanın belirli bir simülasyon türü olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca, gerçek dünyanın görünür özelliklerinin sanal gerçekliğe çevrildiği meta veri deposu

olarak ta düşünülebilmektedir. Google Earth gibi harita tabanlı hizmetler, ayna dünya kavramının en iyi örneklerindendir. Ayna dünyalar, öğrenme ve eğitim üzerindeki uzamsal sınırlamaların ve fiziksel kısıt- lamaların üstesinden gelinmesine yardımcı olabilir. Örneğin, çevrimiçi video konferans araçları, çevrimiçi gerçek zamanlı sınıfları yürütmek için temsili ayna dünyaları olarak hizmet edebilmektedir.

- *Sanal Gerçeklik:* Meta verinin eğitim uygulamalarının yönlendirilmesinde çok önemli bir rol oynayacak olan meta veri deposunun bir diğer önemli yönü de sanal gerçekliktir. Temel olarak, iç dünyaları simüle edebilen sanal evren türünü belirtmektedir. Bu noktada, sanal gerçeklik sanal evrende, avatarlar ve çevre arasındaki etkileşim etkinliklerinden elde edilen dijital veriler kullanılarak geliştirilen dijital bir alan olarak düşünülebilir.



Şekil 6.4. Eğitimde Sanal Evren Kavramları [30]

Yukarıdaki Şekil 6.4'de yer alan sanal evren ile bağlantılı ve meta veri deposunu etkileyen bu dört kavramın eğitim ortamlarını da etkileyeceği düşünülmektedir. Bu dört kavramın eğitsel sonuçları, eğitim ve öğrenmeye yönelik geleneksel yaklaşımların dönüştürülmesi için önemli çıkarımlar sağlamaktadır [30].

6.4.1. Web 3.0 ve Blok Zinciri

Blok zinciri teknolojisi ile desteklenen Web 3.0, dijital altyapının bir evrimidir; bu sayede protokol, kullanıcılar arasında doğrudan varlık alışverişini kolaylaştırır ve güvenilir aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Gerçek dünyadaki iletişimi sağlamak için makine öğrenimi, yapay zekâ ve blok zincirinden yararlanan en son internet teknolojisidir [34]. Web 3.0, ademi merkeziyetçilik ve sunucu mimarileri kullanmadan kullanıcı merkezli olmayı taahhüt etmektedir [35]. Blok zinciri, Web 3.0 olarak adlandırılan web teknolojisinin üçüncü çağında ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji varlık transferine izin vermektedir. Blok zinciri, kâr merkezi veya tekelci hizmet sağlayıcılar olmadan değer transferini sağlamaktadır. Sosyal medyanın gelişimi kullanıcılar arasında bilgi alışverişine izin verirken, kontrolü birkaç özel aktör arasında tutarken, blok zincir teknolojileri, merkezi kontrol noktaları olmadan merkezi olmayan ağlar oluşturmaktadır [36]. Blok zinciri kavramı, şifreleme bilimi olan kriptoloji tabanlı olup, 2008 yılında açık dağıtılmış bir defter ve dijital para birimi olan bitcoin uygulaması ile ortaya çıkmış bir teknolojidir. Blok zinciri, verilerin bütün bir şekilde korunması prensibine dayalı geliştirilmiştir. Blok zincir ağı, güvene dayalı olmayan işlemler üzerine kurulmuş bir eşler arası P2P ağıdır. Blok zincirinde, ağdaki her bilgisayarın (düğüm) paylaşılan bir defterin bir kopyası vardır ve bu kopya ağdaki tüm düğümler tarafından güncellenir ve korunur. Blok zincirine bağlı bir bloğa eklenene kadar bir işlem gerçekleştirilmez. Blok zinciri güven gerektirmeyen işlemler üzerine kurulduğundan, her düğümün bu isteğin gerçek bir kaynaktan geldiğini doğrulaması gerekir. Bunu yapmak için, mesaj isteği ve istek sahibinin özel anahtarı kullanılarak dijital bir imza üretilir. Bu dijital imza, mesajın gerçek bir kaynaktan geldiğini doğrulamak için ağdaki düğümler tarafından kaynağın ortak anahtarıyla kullanılır. İmza mesaja bağlı olduğundan, mesajda yapılacak herhangi bir değişiklik imzayı geçersiz kılacağından, hiç kimse mesajı iletirken değiştiremeyeceğinden mesajın bütünlüğünün sağlandığı anlamına gelmektedir [37].

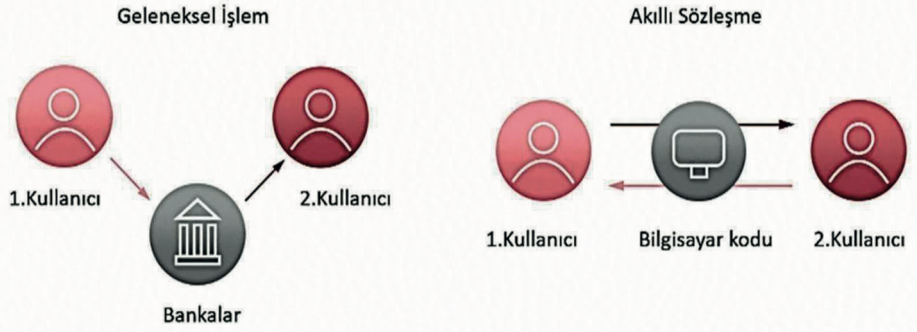
Her ne kadar üzerine kurulu olduğu uygulamaların güvenlik problemleri olsa da, kripto para ticareti ve akıllı sözleşmelerin yürütüldüğü bir teknolojidir. Akıllı sözleşmeler, blok zincirinde çalışan makine tarafından okunan yazılım kodlarıdır. Blok zinciri kriptografi teknikleri kullanılarak bir ağda birbirine bağlanan kayıtlı işlemlerin ve izlenen varlıkların bir listesini içeren bir dijital defter olarak tanımlanır. Blok zincirinin dağıtık defteri, ademi

merkeziyetçiliği, bilgi şeffaflığı, güçlü yapısı ve açık bir platform olması avantajlarından bazılarıdır [38]. Blok zincirinin evrimi ilerleyici bir süreç olmuştur. Blok zinciri, yalnızca izinli ağ üyeleri tarafından erişilebilen bir defterde depolanan verileri paylaşmaktadır [39]. Bugünün teknolojisi blok zincirine dayalı merkezi olmayan bir ekonomik model, oyun ve sanal evren arasındaki geniş boşluğu doldurarak yeni bir dijital-yerel varlıklar ve para kazanma fırsatları çağını başlatmaktadır. Tüm platform içi varlıkların bir geliştiriciye ait olduğu ve bir geliştirici tarafından kontrol edildiği bir oyun oynamanın aksine, merkezi bir sunucu sistemi içinde, meta veri deposundaki kullanıcılar tüm deneyimlerinin tek sahibidir. Buna sanat eserleri, müzik ve dans koreografileri gibi yaratıcı çalışmalar dâhildir. Meta veri deposu, bir bireyin herhangi bir görevi sanal olarak yapabileceği paralel bir evrene benzemektedir. Sanal evrende kullanıcılar arazi satın alabilir, alışveriş yapabilir, parti yapabilir vb. eylemleri gerçekleştirebilmektedir [40].

6.4.2. Akıllı Sözleşmeler

1990'lı yılların başlarında kriptoloji uzmanı ve bilgisayar bilimcisi olarak bilinen Nick Szabo tarafından ortaya çıkan akıllı sözleşme kavramı, ilk başlarda bilgisayarlı işlem protokolleri olarak tanımlanmıştır. Bitcoin ve blok zincir teknolojilerinin geliştirilmesiyle yeni bir boyut kazanan akıllı sözleşmeler, harici bir güvenilir otoriteye ihtiyaç duyulmadan, karşılıklı güven problemi olan aracılardan oluşan ve bir ağ tarafından yürütülen bilgisayar programlarıdır [41]. Önceleri yalnızca güvenilir bir aracı aracılığıyla çalışabilen bir blok zinciriyle artık merkezi bir otoriteye ihtiyaç duyulmadan ve merkezi ol- mayan bir şekilde çalışabilen uygulamalar, aynı işlevselliğe aynı miktarda ulaşabilmektedir. Blok zinciri ağlarının önemli bir özelliği olan kriptografinin yoğun kullanımı, ağdaki tüm etkileşimlerin arkasında otoriteyi beraberinde getirmektedir. Akıllı sözleşmeler bu noktada blok zincirinde bulunan ve kendi kendini yürüten komut dosyaları olarak ortaya çıkmaktadır [42]. Bitcoin'den sonra ortaya çıkan dijital para birimlerinden olan Ethereum gibi yeni ortaya çıkan kripto para sistemleri, blok zincirinde isteğe bağlı kullanıcı tanımlı programlar çalıştırma fikrini benimsemektedir. Böylece anlamlı bir merkezi olma- yan akıllı sözleşme sistemi oluşturulmaktadır [43]. Akıllı sözleşmeler, blok zincirine ya da benzer dağıtılmış altyapıya sabitlenmiş, önceden tanımlanmış iş süreçlerin şeffaf bir şekilde yürü-

tülmesine izin veren blok zincirler veya benzer altyapılar üzerinde merkezi olmayan şekilde sabitlenmiş komut dosyalarıdır. İşlemler blok zinciri tarafından tetiklenir ve ağ genelinde doğrulanarak daha önceden tanımlanmış eylemler yürütür. Akıllı bir sözleşmenin şartları blok zincirinde şeffaf bir şekilde saklı kaldığından, tüm tarafların istediği gibi çalışır ve bu da ilgili taraflar arasındaki güveni sağlar [44]. Bu sayede iş süreçleri otomatikleşebilir ve maddi varlıklar programlanabilir. Örneğin, patent kanununun düzenlemeleri akıllı bir sözleşme ile uygulanabilir. Bu, fikri mülkiyet haklarının yasal düzenlemelere uygun olarak yönetilmesini sağlayacaktır [45]. Sözleşmeler, saniyeler ve dakikalar içinde gerçekleştirilen çok basit işlemler veya tamamlanması saatler veya aylar sürebilen, belirli haklara ve yükümlülüklere sahip müzakereleri ve onlarca sayfa yazılı metni içeren nispeten karmaşık ve uzun işlemler olabilir. Bugün akıllı sözleşmeler nispeten basit işlemler kategorisine girmektedir [46]. Bununla birlikte kötü niyetli sözleşme tarafları finansal ödemeden kaçınmak için bir protokolden zamanından önce vazgeçebilir. Belirli bir saatte, bu tür iptalleri belirgin hale getirmek için zaman aşımları kullanılabilir. Bu noktada blok zinciri, teminat mevduatlarını dürüst, iptal etmeyen taraflara yeniden dağıtarak iptal eden tarafları finansal olarak cezalandırabilir. Şekil 6.5'de akıllı sözleşmelerin çalışma prensibine yönelik şekil yer almaktadır.



Şekil 6.5. Geleneksel ve Akıllı Sözleşme [47]

Şekil 6.5'de yer alan şekilde görüldüğü üzere geleneksel işlemlerle yapılan işlemlerde bankalar aracı olarak görülürken, akıllı sözleşmeler ile yapılan işlemlerde bilgisayar kodları aracı olarak işlemleri gerçekleştirmektedir.

6.4.3. Nitelikli Fikri Tapu (Non-Fungible Token- NFT)

Sanal evren ve Web 3.0 ile birlikte gelen bir diğer kavram ve İngilizcesi Non-Fungible Token ve Türkçesi Nitelikli Fikri Tapu, sanat eserleri olarakta ifade edilen NFT; VR gözlükler, dijital para birimleri, artırılmış ve sanal gerçeklik kavramları oldukça popüler hale gelmiştir. NFT, dijital sanat veya müzik gibi gerçek dünya varlıkların, evler veya arabalar gibi tokenize edilmiş fiziksel varlıklara bağlanan benzersiz bir blok zinciri tabanlı dijital varlıktır. Çoğu NFT, Ethereum tarafından izlenen merkezi olmayan dijital para birimi platformlarında listelenmektedir [48]. NFT, sanat ile ilgili varlıkları menşei, mülkiyeti ve erişimi doğrulamaktadır. NFT olarak satışa sunulan çeşitli dijital eserlerin taklit edilemezliği sanal dünyada blok zinciri teknolojisi kullanılarak sağlanmaktadır. NFT'lerin, önümüzdeki iki ila on yıl içinde iş dünyası ve toplum üzerinde önemli etkiye sahip olacağı ön görülmektedir. NFT'ler sanal evren ekonomisinin kalbinde yer alacaktır. Ancak bu durum, NFT dolandırıcılığında bir artış olasılığını artıracaktır. Sanal gerçeklik gözlüklerinin artan kullanımıyla, veri ihlalleri ve kötü amaçlı yazılımlar için yeni olasılıklar ortaya çıkabilecektir. Blok zincir ile ilgili dolandırıcılıklarda ve finansal kurumlara yönelik tehditlerde bir artış olacağı düşünülmektedir. Sanal evrendeki 3B ortamı, mühendislik yöntemlerinin daha etkin kullanımını kolaylaştıracaktır. Veri güvenliği daha hassas bir nokta olacak ve muhtemelen güvenlik açıkları artacaktır [49].

6.4.4. Kripto Varlıklar

Kripto para birimleri ve basit bir ifadeyle kriptografi, bilgiyi yalnızca gizli bir anahtara sahip biri tarafından deşifre edilebilen (veya şifresi çözülebilen) okunamaz bir biçime dönüştürerek (yani şifreleyerek) koruma tekniğidir. Bitcoin gibi kripto para birimleri, bu teknikle ustaca genel ve özel dijital anahtar sistemi kullanılarak dijital varlıkları güvence altına almaktadır [50]. 2010 yılından sonra Bitcoin ve alt coin gibi merkezi olmayan kripto para birimleri hız la popülerlik kazanmıştır. Ortaya çıkan bu kripto para birimi sistemleri, güvenliği sağlanan dağıtılmış blok zinciri teknolojisinin üzerine inşa edilmiştir [43]. Sanal evrende kripto paralar yapılan işlemlerin kayıt altına alındığı blok zinciri tabanlı para birimleri, meta veri deposu içindeki tüm varlıkların kolayca ve güvenli bir şekilde oluşturulmasına, değişti-

rilmesine, paylaşılmasına, izlenmesine ve potansiyel olarak öğelerin kullanıcıları tarafından dünyalar veya meta hedefler arasında sorunsuz bir şekilde taşınmasına olanak tanır. Kripto para birimleri içerisinde popüler olan sanal evren projeleri yatırımcıları oldukça popüler hale gelmiştir. Metaverse projeleri kapsamında aktif rol oynamaya başlayan Starlink (Starl), Axie Infinity (Axs), Ufo Gaming (Ufo), The Sandbox (Sand), Aavegotchi (Ghst) ve Decentraland (Mana) gibi alt coinler oldukça müşteri çekmektedir. Bu ortamlarda geçerli olan tokenlar çeşitli kripto para borsalarında işlem görebilmektedir. Kripto paralar, sanal dünyada ekonominin oluşmasında aktif rol oynayacaktır. Decentraland ve OVR gibi tokenlar ile arsa alımları ciddi oranda artmıştır. Ethereum tabanlı bir kripto para birimi olan OVR ile OVRLands platformlarında arsa alımları yapılmaktadır. Özellikle dolar bazlı olarak USDT (Tether) karşılığı olarak token alım-satım işlemleri gerçekleşmektedir. Sanal evrende maddi varlıkların kripto paralar ile gerçekleşmesi söz konusu olduğundan, dijital paraların popülaritesi her geçen gün artmaktadır.

6.5. SANAL EVREN (METAVERSE), SİBER GÜVENLİK VE OLASI TEHDİTLER

Eğitim alanında örneklerinin görülmeye başlandığı sanal evrende, siber güvenlik ve olası problemler de oldukça merak konusudur. Gerçek ve dijital dünyanın bir bütün olarak ele alındığı sosyal ekonomik sistemdir. Avatar, deneyimler ve bedensel dünyanın parçası olan her bir eylem bu evrende sorunsuz bir şekilde çalışabilir. Blok zincir, ardından kripto para ve tokenlerin, NFT'lerin ve sanal evrenin yaygınlaşmasıyla, dijital dünyada yeni bir dönüşüm yaşanmaya başlamıştır. Gerçek benliğin hiçbir kısıtlama olmaksızın keşfedilebileceği ve en çılgın hedeflerin kovalanabileceği başka bir yaşamdır. Ancak yapılan eylemler bununla sınırlı ve göründüğü kadar hep olumlu yönde ilerlememektedir. Bu sanal evren beraberinde siber güvenlikte tehditlerle gelmektedir. Fikri büyüleyici olsa da, kişisel güvenlik açıklarına sebep olmaktadır. Bu durumdan uzak durmanın bir yolu, bu alanda sağlam bir siber güvenliğe sahip olmak ve düzenlemeye tabi olmaktır [51]. Web 2.0 ile gelen sosyal medya veya e-posta ile kayıt olunan platformların olası güvenlik açığı ve saldırılara maruz kalmaları durumunda kullanıcı bilgileri tehdit altındadır. Web 3.0 ile gelen web3 cüzdanları kullanıcıların herhangi bir sosyal medya ağı ya da e-posta platformuna kayıt olmadan kendi web arayü-

zü ile bağlantının sağlanması temeline dayanmaktadır. Ancak MetaMask ve benzeri cüzdanlar Ethereum blok zinciri ile merkezi olmayan uygulamalara etkileşim kurmak için kullanılabilecek tarayıcı eklentisi web3 kimliği ile gelen bir yeniliktir. Mobil olarak tercihlerde MetaMask, Trust Wallet, MathWallet, ve SafePal cüzdanları Android ve iOS için kullanılabilmektedir. Blok zinciri teknolojisinde var olan özelliklerinden biri yapılan işlemlerin değiştirilmeden aynı şekilde blok zincirine ekleme özelliğidir. Güvenlik açığı olmasını engellemede önemli olan bu özellik, hatalı olarak yapılan işlemlerin, hırsızlık, kara para aklama işlemlerini temizleyebilmede dezavantaj olarak görülmektedir. Sanal evren içinde alınıp-satılan eşyaların veya yapılacak işlemlerin tümü, blok zincir üzerine inşa edilmiş akıllı sözleşmeler yoluyla gerçekleşecektir. Kişilerin güvenliğini sağlamak için en önemli çevre dostu yöntemlerden biri olan akıllı sözleşmelerin denetlenmesi gerekmektedir [51].

Gerçek dünyada büyük verilerin depolanması gibi meta depo adı verilen depolama alanların oluşturulması söz konusudur. Bununla birlikte, meta veri depolarının da siber güvenlik sorunları büyük zorluk olarak ortaya çıkmaktadır. Sanal evrende veri tabanı olarak meta veri deposu içinde yer alan tek portallar genellikle diğer daha büyük portallara giden yolları kapsamaktadır. Meta evrenine bağlantıyı sağlayan ekipmanların (VR Biyometrik verilerin) güvenlik açıkları oluşturması mümkün görülmektedir [52]. Teknolojiler her zaman yeni endişeler ve sorunlarla ortaya çıktığından, meta veri deposu da farklı değildir. Bu teknoloji birden çok boyutta yeni bir gelecek vaat ettiğinden, meta veri deposunun uygulanmasının kullanıcılar, eğitimciler ve öğrenenler için birçok güvenlik endişesi bulunmaktadır. Bunlar:

- Bireyin Kimliği: Sanal kimlik, meta veri deposundaki anahtar kimlik olsa da, kimliği kanıtlama mekanizması çok önemlidir. Yine de, meta veri deposunda kimlik sahtekârlığının nasıl önlenebileceği belirsizdir. Ayrıca sanal evrende bir bireyin fiziksel dünyadaki fiziksel bedenine benzer bir avatar kavramı vardır. Avatarın meta veri tabanında kimliği nasıl koruduğu konusunda birçok güvenlik endişesi bulunmaktadır.
- Kanunlar ve Yönetmelikler: Sanal evrende meydana gelen suçlarla ilgili net bir çözüm mevcut değildir. Bununla başa çıkmak için sanal

evrende mahkemeler ya da hukukla ilgili yönleri ele almak için net bir çözüm yoktur.

- Kötü Amaçlı Yazılımdan Koruma: Şu anda, sanal evreni kötü amaçlı yazılımlardan korumak için kullanılabilecek bir güvenlik çerçevesi yoktur. Bu teknoloji yeni olduğu için, meta veri aktarımını kötü amaçlı yazılımlardan korumak için giderek daha fazla güvenlik standardı geliştirilmelidir.
- Veri Koruması: Meta veri deposundaki verileri korumak için açık yönergeler bulunmamaktadır. Kötü amaçlı insanların hassas ve kişisel bilgileri çalması durumunda, sanal evren kavramı için oldukça olumsuz etkiye sebep olacaktır. Çünkü meta veri tabanının akademik özgürlük, dijital bölünme ve veri gizliliği üzerinde de etkileri vardır.
- Fikri Mülkiyet Hırsızlığı (IP): Fikri Mülkiyetin (IP) korunması kritiktir ve meta veri deposunda güvenliği son derece önemlidir. Fiziksel dünyada IP'yi korumak hala zor iken meta veri tabanında güvenliğini sağlamak daha da zor olacaktır.
- Teknolojisiyle İlgili Tehdit: Meta veri deposu, blok zinciri, kripto para birimleri ve NFT'ler gibi teknolojilere özgü güvenlik endişeleri vardır [40].

Sanal evreni kötü amaçlı yazılımlardan korumak için giderek daha fazla güvenlik standardı geliştirilmelidir. COVID-19 salgını sırasında sosyal medya platformlarında ve uzaktan çalışma ortamlarında birkaç büyük siber suç olayı yaşatmıştır. Uzmanlar, meta veri deposunun bir istisna olmayacağına ve siber suçların, çevrimiçi kötüye kullanımın ve dolandırıcılığın sanal evrende de artabileceğine inanmaktadır. Kullanıcı güvenliği ve her avatara özgü kullanıcı arayüzü oluşturulması amacıyla sanal evrenine girerken tek kullanıcı profili oluşturulması gerekmektedir. Aksi takdirde oluşturulan sahte hesaplar problemlere yol açacaktır. Gerçek dünyanın sanal olarak oluşturulması olan bu ortamda, siber güvenlik yatırımlarının gerçek dünyadaki gibi yapılmasını gerektirmektedir. Sanal evrende olası taciz durumuna karşı gerekli önlemlerin alındığı bir ortam da alınması gereken tedbirler olarak düşünülmelidir. Gerçek dünyanın sanal olarak biçimlenmesi söz konusu iken, olası suçlara karşı uluslararası yaptırımların aktif olması yani sanal

uluslararası mahkemelerin, hâkimlerin, güvenlik görevlisi gibi siber suç bürolarının da olması gerekmektedir.

Araştırmacılar sanal evren uygulamasını çevreleyen diğer riskler, VR/AR cihazlarına aşırı derecede bağımlılık, kullanıcıları gerçek dünyadan ayırabilmektedir. 3B sanal dünya aynı zamanda gerçek hayattaki mutsuzluğu da yaratabilir. Kullanıcılar sanal evrende daha fazla zaman harcayacak ve gerçek dünyadaki görevlerinde gevşeyecektir. Bu nedenlerle sanal dünyaya bağımlılık gelecek nesiller için gerçek bir tehdit olabilir. Öte yandan özellikle çocuk ve genç öğrenenlerden elde edilen görüntü ve ses gibi meta verilerinde manipüle edilmesi söz konusudur. Bu doğrultuda sanal evren ortamına erişimde bir yaş sınırının getirilmesi de gerekmektedir. Sanal evrende kullanıcıların giriş yapabileceği ortamların sınırlandırılması, NFT ve kripto paraların değerlerine göre ödeme ve girişlerinin yapıldığı bir sanal ortamın oluşturulması söz konusudur. Ayrıca, sanal evren ortamına erişim halinde iken kullanıcıların bu dünyada geçirdiği vakit oldukça olası sağlık sorunlarına karşı önem arz etmektedir. Fiziksel ve ruhsal olarak çeşitli hastalıkların da olması da gündemdedir. Sanal evrende VR gözlük ya da herhangi bir ekipman takılı iken kullanıcıların güvenli bir alanda olması gerekmektedir. Fiziksel olarak olası heyecan verici bir koşu ya da denge kaybında gerçek dünyada yaşanabilecek fiziksel yaralanma hatta ölümlere bile sebebiyet verilebilmektedir. Özellikle Z kuşağının günlük yaşamlarında oyun platformlarında geçirdiği sürede bağımlılığın yüksek olduğu ve ailelerin bu durumdan şikâyetçi olduğu bu çağda, sanal evrende olan bağımlılık ve bu ortamı yaşama süresi kullanıcıların fiziksel-ruhsal sorunlarına yönelik bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Tıpkı bedensel gerçeklik gibi, soyguncular da kılık değiştirmiş siber suçlulardır. Bu dolandırıcılar, bu düzenlenmemiş alanı doğrulamak için herhangi bir seçenek olmadığı için saygın ve güvenilir görünen öğeler veya sağlayıcılar da ayarlayabilmektedir.

Sanal evren bir kavram olmaya devam etse de, siber saldırılara son derece yatkındır ve korunması titizlikle düşünülmelidir. Sanal evrende sağlam düzenlemeler getirilmesi gerekmektedir. Her yeni teknoloji beraberinde güvenlik riskleri getirir, aynısı bu teknoloji için de geçerlidir. Şu anda, bu alanda siber güvenliğe yönelik yatırımların yapılması sanal evrende meydana gelebilecek olası tehditleri engellemede rol oynayacaktır.

6.6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde son yıllarda etkin olan teknolojiler YZ, VR, AR ve Sanal Evren kavramının eğitim amaçlı kullanımı ve bileşenleri ile ilgili genel bilgilendirme yapılmış, sanal evrende siber güvenlik ve olası tehditlere karşı alınabilecek yapay zekâ temelli çözümlere değinilmiş ve sonuç bölümünde genel değerlendirme yapılmış ve gelecekte sanal evrenin niteliği ile ilgili görüş bildirilmiştir. Bölüm ile ilgili genel bir değerlendirme yapıldığında; sanal evren ve bağlantılı teknolojilerin gelecek dönemlerde çeşitli alanlarda özellikle eğitimde oldukça aktif olacağı ön görülmektedir. Bu doğrultuda bazı çıkarımlar yapılmış, öngörülerden bulunulmuş ve aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Bunlar:

- Daha hızlı bilgisayarlar ve genişletilmiş bant genişliği, YZ, IoT, uzamsal bilgi işlem, AR/VR, daha iyi akıllı gözlükler ve sürükleyici öğretme ve öğrenme gibi yeni alanlar daha etkileşimli hale gelecektir. Eğitim ortamlarına entegre olması için çalışmaların giderek artan çeşitli uygulamaların geliştirilmeye başladığı sanal evrende, YZ tabanlı yöntemler, doğal dil işleme, makine görüşü, blok zinciri, ağ oluşturma, dijital ikiz ve sinir arayüzleri potansiyel olarak görülmektedir.
- Sanal evrende avatarların hareket etmesi ve gerçek dünyada yapılan hareketlerin sanal dünyada aynı eylemlerin yerine geçmesi kullanıcıların ikinci kişiliği olarak görülmektedir. Bu bağlamda XR, sanal evren, avatarları ve gerçek dünyadaki kullanıcıları birbirine bağlayan ortamdır. İç dünyayı simüle eden bir sanal evren türü olan sanal gerçeklik teknolojisi, avatarlar, gelişmiş 3D grafikler ve anında etkileşim sunmaktadır. Kullanıcıların kendilerini tamamen sanal bir gerçeklik içinde olduklarını hissettikleri bir dünyadır. Sanal evren ile türü arasında en fazla uygulamalarının yapıldığı ve eğitime uyarlandığı görülen VR uygulamaları aktif olarak öğrenenlerin hayatında yer edinmiş- tir. Daha fazla duyu organına hitap edilmesi ve gerçeğe benzer hisleri yaşatma ve üç boyutlu ortam sunan sanal evren, yakın gelecekte daha fazla uygulamaları ile eğitim hayatında olacaktır. Sanal evrende, önceden belirlenmiş bir görev olmadan öğrenenlerin istediği her şey mümkündür. Sınırsız bir özgürlük derecesine dayanarak kullanıcılar, sanal dünyada çalışma, alışveriş, performanslar, sergiler ve tu-

rizm gibi çeşitli eylemleri deneyimleyebilirler. Gökyüzünde uçmak ve uzaya gitmek gibi gerçek dünyadaki fiziksel kısıtlamalar nedeniyle kolayca yaşanması zor olayları da paylaşabilirler. Alternatif olarak, kullanıcılar yoğun yaşamlarından uzaklaşabilir ve sanal evreni çözme görevi olmadan tüm gün balık tutma, meyve toplama veya bir arkadaşının adasına seyahat etme gibi sakin bir hayatın tadını da çıkarabilirler. Öğrenenler sanal evren özelliklerinden aktif olarak yararlanarak, özgürlüklerini ve deneyimlerini sonsuz ölçüde genişletebilecek öğrenme etkinlikleri tasarlamak mümkün olacaktır.

- Öğrenenler, sorularını sonsuz özerkliklerine dayalı olarak keşfetmeleri-ne olanak tanıyan kendi kendilerine öğrenmeyi yürüteceklerdir. Zaman ve mekandan bağımsız sayısız insanın fikirlerini edinebilir ve merak edilen bir konuya yanıt bulabilmek için inisiyatif alabilirler [53].
- 2021'de Meta, dijital akıllı gözlüklerdeki en son teknolojilerini tanıtımında Ray-Ban Stories gözlükler, Ray-Ban'ın ünlü olduğu klasik Wayfarer stili kullanılarak modaya uygun görünmenin yanında son teknoloji ve gizliği sağlamada uyum sağlamak üzere tasarlanmıştır. Gözlükler bir kamera içerdiğinden, gizlilik endişelerini gidermek için kamera açıldığında yanan bir ışıklı göstergeye de sahiptirler. 2022 yılı itibariyle maliyeti 300 dolardan başlamaktadır. Sadece yerleşik teknolojiler değil, aynı zamanda modaya uygun oldukları için VR/ AR gözlüklerinde yapılan önceki denemelere göre büyük bir gelişme olarak görülmektedir. VR, dijital ortamlarda pratik gösterilerin sanal simülasyonlarını sağlayarak eğitimde önemli gelişmelere hizmet edebilir. Örneğin, yangın kontrolüne ilişkin bir risk yönetimi eğitim oturumu gerçek dünyada maliyetli olabilir. Bununla birlikte, yangınla mücadele tatbikatlarının bir VR simülasyonu kolayca uygun maliyetli bir alternatif olarak hizmet etmesi mümkündür. VR/AR teknolojilerinin sanal evren ile yeniden şekillenmesi mümkün görülmektedir.
- AR teknolojisi, nesneleri doğada üç boyutlu hale getirmek için gerçek dünya nesneleri üzerinde dijital kaplamalar oluşturmaya yardımcı olabilir. Çeşitli eğitim çıkarımlarını yönlendirerek, artırılmış gerçeklikle eğitimde sanal evrenin farklı kullanım örneklerini keşfedilebilmek-

tedir. Örneğin AR, görünmez parçaların görsel olarak incelenmesine yardımcı olabilir ve sorunları daha hızlı çözebilir. Okuma-yazma gibi etkileşimli deneyimler de farklı, sürükleyici, ilgi çekici deneyimler yaratabilir [30].

- Meta veri deposunun yardımıyla daha sürükleyici öğrenme deneyimlerine erişebilinir. Ayrıca, öğrenmeyi güçlendirmek için gerçek dünyadaki süreçlerin, sistemlerin ve nesnelerin daha iyi bir simülasyonuna yardımcı olabilmektedir. Meta veri deposu öğrencilerin öğrenme deneyimlerini belgelemelerine ve eleştirel öğrenmenin değerinden yararlanmalarına da yardımcı olabilir. Uzun vadede eğitim sektöründe sanal evren uygulamalarının bu doğrultuda ilerleyeceği mümkün görülmektedir.
- Sağlık, üretim, akıllı şehirler ve oyun gibi destekli çeşitli uygulamaların sanal dünyalarda bulunması söz konudur. YZ, AR ve VR, blok zinciri ve ağ oluşturma gibi diğer teknolojilerle birleştirerek, meta veri deposunun sanal platformda daha güvenli, ölçeklenebilir ve gerçekçi sanal dünyalar oluşturabilmesi amaçlanmaktadır. Yedi katmanlı meta veri tabanı platformuna göre, altyapının güvenilirliğini sağlamak ve performansını iyileştirmek için yapay zekânın önemli rolünün farkına varmak şüphesizdir.
- 5G ve gelecekteki 6G sistemlerinde, otomatik kaynak tahsisi, kanal tahmini, trafiği boşaltma, saldırı önleme ve ağ gibi farklı zorlu görevler için denetimli öğrenme ve pekiştirmeli öğrenme ile birçok gelişmiş makine öğrenmesi algoritması benimsenmiştir. Sensör tabanlı giyilebilir cihazlar ve diğer insan-makine etkileşim araçlarıyla, basit insan hareketleri ve karmaşık eylemler, makine öğrenmesi ve derin öğrenme modellerinin öğrenilmesine dayalı olarak analiz edilebilir ve tanınabilir [54]. Bu doğrultuda meta veri ve meta evren ilgili teknolojiler ile entegre halindedir. Kullanıcıların gerçek dünyadaki hareketleri sanal dünyalara yansıtılarak, kullanıcıların meta veri tabanındaki diğer nesnelerle rahatça etkileşime girmesi için avatarlarını tam olarak kontrol etmelerine olanak tanımaktadır. Bu avatarlar, doğruluk ve işlem hızı açısından YZ tarafından desteklenen konuşma tanıma ve duygu analizinin yanı sıra yüz ifadeleri, duygular, vücut hareketleri ve fiziksel etkileşimler gibi gerçek dünyada benimse- nen birçok modalite ile etkile-

şime girebilecektir. XR/VR bir şekilde başa takılan cihazlar gibi sürükleyici ekipmanlara sahip bir sanal ev- ren temsil etse de YZ, sahne arkasında yaratıcı ve güzel bir dünya inşa etmek için çalışan çok önemli bir teknolojidir. Dolayısıyla YZ ve ilgili teknolojilerin sanal evrende oldukça aktif rol oynayacağını söylemek mümkündür.

- Sanal evrenin oluşumunda rol oynayan VR, AR, MR, XR, YZ ve ilgili teknolojilerin meta veri deposunun oluşumunda oldukça etkin olacağı ön görülmektedir.
- Sanal evren, eğitim için önemli etkileri olan sürükleyici bir ortamdır. Gerçek dünyanın dijital bir ikizi olarak görünün sanal evrende, oyun platformları meta veri tabanından milyarlarca dolar kazanmaktadır. Elon Musk tarafından 2016 yılında kurulan ancak 2020 yılında popülerleşen NeuroLink projesi, beyin-bilgisayar arayüzü (BCI) insanların beyinlerine takılan çipler ile çeşitli hissiyatların kazanılması yönüyle sanal evren ile ilişkili olacağı ön görmektedir. Proje insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda olumlu bir yönde giderse sanal evren ortamında kullanıcılar, karakter, nesneler ve dijital işlemlerin beyin sinyalleriyle kontrol edilmesi, koku, korku, heyecan, endişe vb. duyguları yaşama imkânı sağlayabilecektir.
- Facebook yaptığı açıklamalar ile sanal evren ve meta veri geleceğine yatırım yapmaya devam etmektedir. Sanal evren öğreniminin popülaritesi K-12 ve yükseköğretimde ayrışarak çalışmalar hızlandırabilir. Tamamen sanal müfredat bulmak ya da oluşturmak okullar için büyük bir zorluk yaşatacaktır. Ancak hibrit öğretim yöntemleri ile çalışmaların sürdürülmesi mümkün görülmektedir. Örneğin, 2022 yılının sonlarına doğru dokuzu halka açık olan 10 kolej, sanal gerçeklik aracılığıyla sürükleyici sınıflar ve kampüsler sunan VictoryXR aracılığıyla "metaversite" kampüslerini başlatacaktır. Her kolej, öğrencilerin yerinde veya uzaktan eğitim alırken katılabilecekleri bir “dijital ikiz” kampüs kopyası tanıtacaktır. Öğrenciler, eşzamanlı kursları sırasında kullanmak üzere bir Meta Quest-2 VR kulaklığı alacaklardır [55]. Bu durum sanal evren ile ilgili yatırımların hızla artacağı ve ilgili teknolojilerinde bu doğrultuda ilerleyeceğini göstermektedir. Web 3.0, blok zincir, NFT, Kripto varlıklar, IoT, YZ, VR, AR, MR, XR ve çeşitli teknolojiler ile entegre olan sanal evren kavramı insanların hayatlarında oldukça fazla yer alacaktır.

- Her yeni teknolojinin getirdiği zorluklar ve kolaylık olacaktır muhakkak ancak sanal evrenli çözümlere hızla uyum sağlanması ve maliyetlerin makul seviyelere çekilmesi ile sadece eğitimde değil başka alanlarda da etkinliğinin daha da artması ve günlük hayatımızda hızla kullanılması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] M. Sparkes, "What is a metaverse," ed: Elsevier, 2021.

[2] P. a. Rospigliosi, "Metaverse or Simulacra? Roblox, Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work," *Interactive Learning Environments,* vol. 30, no. 1, pp. 1-3, 2022/01/02 2022, doi: 10.1080/10494820.2022.2022899.

[3] S. Mystakidis, "Metaverse," *Encyclopedia,* vol. 2, no. 1, pp. 486-497, 2022. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31.

[4] M. S. Smith and R. Brooks, "Meta Offers Nothing New to the Metaverse," vol. 59, ed: IEEE-Inst Electrical Electronics Engineers INC 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ, 2022, pp. 22-22.

[5] J. McCarthy, "What is artificial intelligence," *URL:* http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/, 2004.

[6] M. Chassignol, A. Khoroshavin, A. Klimova, and A. Bilyatdinova, "Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview," *Procedia Computer Science,* vol. 136, pp. 16-24, 2018.

[7] P. Hamet and J. Tremblay, "Artificial intelligence in medicine," *Metabolism,* vol. 69, pp. S36-S40, 2017.

[8] L. Chen, P. Chen, and Z. Lin, "Artificial Intelligence in Education: A Review," *IEEE Access,* vol. 8, pp. 75264-75278, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.

[9] J. T. Avella, M. Kebritchi, S. G. Nunn, and T. Kanai, "Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature re- view," *Online Learning,* vol. 20, no. 2, pp. 13-29, 2016.

[10] Y.-S. Tsai and D. Gasevic, "Learning analytics in higher education---challenges and policies: a review of eight learning analytics policies," in *Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference*, 2017, pp. 233-242.

[11] D. Kucak, V. Juricic, and G. Dambic, "Machine Learning In Education-A Survey Of Current Research Trends," *Annals of DAAAM & Proceedings,* vol. 29, 2018.

[12] F. Pedro, M. Subosa, A. Rivas, and P. Valverde, "Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development," 2019.

[13] R. Luckin, W. Holmes, M. Griffiths, and L. B. Forcier, "Intelligence unleashed: An argument for AI in education," 2016.

[14] N. Elmqaddem, "Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality?," *International journal of emerging technologies in learning,* vol. 14, no. 3, 2019.

[15] S. Helsel, "Virtual reality and education," *Educational Technology,* vol. 32, no. 5, pp. 38-42, 1992.

[16] H. Serin, "Virtual reality in education from the perspective of teachers," *Amazonia investiga,* vol. 9, no. 26, pp. 291-303, 2020.

[17] C. Christou, "Virtual reality in education," in *Affective, interactive and cognitive methods for e-learning design: creating an optimal education experience*: IGI Global, 2010, pp. 228-243.

[18] T. Morimoto *et al.*, "XR (Extended Reality: Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality) Technology in Spine Medicine: Status Quo and Quo Vadis," *Journal of Clinical Medicine,* vol. 11, no. 2, p. 470, 2022. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/2077-0383/11/2/470.

[19] W. Winn, "A conceptual basis for educational applications of virtual reality," *Technical Publication R-93-9, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center, Seattle: University of Washington,* 1993.

[20] A. S. Mathur, "Low cost virtual reality for medical training," in *2015 IEEE Virtual Reality (VR)*, 2015: IEEE, pp. 345-346.

[21] A. Brown and T. Green, "Virtual reality: Low-cost tools and resources for the classroom," *TechTrends,* vol. 60, no. 5, pp. 517-519, 2016.

[22] A. Sharafy, "Future of education/art: AI/AR/VR/MR, spatial computing & upcoming technos," *C2C Digital Magazine,* vol. 1, no. 16, p. 7, 2022.

[23] N. H. Gandedkar, M. T. Wong, and M. A. Darendeliler, "Role of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) in tertiary education and research of orthodontics: An insight," in *Seminars in Orthodontics*, 2021, vol. 27, no. 2: Elsevier, pp. 69-77.

[24] J. Y. Lee, "A study on metaverse hype for sustainable growth," *International journal of advanced smart convergence,* vol. 10, no. 3, pp. 72-80, 2021.

[25] "İnternet: Erkan Uçar, *Dijital Evren.* [Online]. Available: https://www.cyberpark.com.tr/content/upload/bulletins/documents/cyberspot25web-20220526104702.pdf, Son Erişim Tarihi: 06.06.2022.

[26] W. S. Khor, B. Baker, K. Amin, A. Chan, K. Patel, and J. Wong, "Augmented and virtual reality in surgery the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls," *Annals of translational medicine,* vol. 4, no. 23, 2016.

[27] S. Doolani *et al.*, "A review of extended reality (xr) technologies for manufacturing training," *Technologies,* vol. 8, no. 4, p. 77, 2020.

[28] F. Schroeder, C. Guedes, and L. Kuzmenko, "Mirage-a virtual environment for Ars Electronica's Metaverse 2020: A metaverse for sound art and music, Kunstuniversität Linz sound campus-> Ars Electronica Festival 2020. 9-13 Sept 2020. Metaverse Site: https://sound-campus. itch. io/metaverse, Ars Electronica Site: https://ars. electronica. art/keplersgardens/en/metaverse," 2020.

[29] Optima. [Online]. Available: https://www.optimaclassical.org/.

[30] "İnternet:James Howell," *Metaverse For Education – How Will The Metaverse Change Education?* [Online]. Available: https://101blockchains.com/metaverse-for-education/.

[31] M. Pesce, *VRML browsing and building cyberspace* (no. 006 P473). New Riders Publishing, 1995.

[32] "İnternet: Selma Kasap " *Türk araştırmacılardan, okulları "metaverse" ortamına taşıyan teknoloji*. [Online]. Available: https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turk-arastirmacilardan-okullari-metaverse-ortamina-tasiyan-teknoloji/2446867, Son Erişim Tarihi:01.06.2022.

[33] J. Díaz, C. Saldaña, and C. Avila, "Virtual world as a resource for hybrid education," *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET),* vol. 15, no. 15, pp. 94-109, 2020.

[34] J. Potts and E. Rennie, "Web3 and the creative industries: how blockchains are reshaping business models," in *A Research Agenda for Creative Industries*: Edward Elgar Publishing, 2019.

[35] J. Bambacht and J. Pouwelse, "Web3: A Decentralized Societal Infrastructure for Identity, Trust, Money, and Data," *arXiv preprint arXiv:2203.00398,* 2022.

[36] G. Ragnedda and G. Destefanis, *Blockchain and Web 3.0*. London: Routledge, Taylor and Francis Group, 2019.

[37] F. A. Alabdulwahhab, "Web 3.0: the decentralized web blockchain networks and protocol innovation," in *2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, 2018: IEEE, pp. 1-4.

[38] M. Xu, X. Chen, and G. Kou, "A systematic review of blockchain," *Financial Innovation,* vol. 5, no.1, p.27, 2019/07/04 2019, doi: 10.1186/s40854-019-0147-z.

[39] A. Cannavo and F. Lamberti, "How blockchain, virtual reality, and augmented reality are converging, and why," *IEEE Consumer Electronics Magazine,* vol. 10, no. 5, pp. 6-13, 2020.

[40] "İnternet: Aat Team," *Cyber Security and Metaverse*. [Online]. Available: https://allabouttesting.org/cyber-security-and-metaverse/, Son Erişim Tarihi: 15.05.2022.

[41] K. Chatterjee, A. K. Goharshady, and Y. Velner, "Quantitative analysis of smart contracts," in *European Symposium on Programming*, 2018: Springer, Cham, pp. 739-767.

[42] K. Christidis and M. Devetsikiotis, "Blockchains and smart contracts for the internet of things," *IEEE Access,* vol.4, pp.2292-2303, 2016.

[43] A. Kosba, A. Miller, E. Shi, Z. Wen, and C. Papamanthou, "Hawk: The blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contracts," in *2016 IEEE symposium on security and privacy (SP)*, 2016: IEEE, pp. 839-858.

[44] L. Ante, "Smart contracts on the blockchain–A bibliometric analysis and re- view," *Telematics and Informatics,* vol.57, p.101519, 2021.

[45] T. H. Meitinger, "Smart contracts," *Informatik-Spektrum,* vol. 40, no. 4, pp. 371-375, 2017.

[46] M. Kolvart, M. Poola, and A. Rull, "Smart contracts," in *The Future of Law and etechnologies*: Springer, 2016, pp.133-147.

[47] "İnternet: Anna Buczak" *Smart Contract For Fintech - Definition And Use Cases.* [Online]. Available: https://www.ulam.io/blog/smart-contract-definition-use- cases/, Son Erişim Tarihi: 30.05.2022.

[48] K. Vasan, M. Janosov, and A.-L. Barabási, "Quantifying NFT-driven networks in crypto art," *Scientific reports,* vol. 12, no. 1, pp. 1-11, 2022.

[49] "İnternet: Kasey Panetta," *3 Themes Surface in the 2021 Hype Cycle for Emerging Technologies*. [Online]. Available: https://www.gartner.com/smarter with gartner/3-themes-surface-in-the-2021-hype-cycle-for-emerging-technologies, Son Erişim Tarihi: 15.04.2022.

[50] Q. DuPont, *Cryptocurrencies and blockchains*. John Wiley & Sons, 2019.

[51] "İnternet: Seprameen," *Need of Cybersecurity in Metaverse*. [Online]. Available: https://aiexpress.io/need-of-cybersecurity-in-metaverse/, Son Erişim Tarihi: 10.04.2022.

[52] D. van der Merwe, "The Metaverse as Virtual Heterotopia," in *3rd world conference on research in social sciences*, Vienna, Austria, 2021.

[53] B. Kye, N. Han, E. Kim, Y. Park, and S. Jo, "Educational applications of metaverse: possibilities and limitations," *J Educ Eval Health Prof,* vol. 18, no. 0, pp. 32-0, 2021, DOI: 10.3352/jeehp.2021.18.32.

[54] T. Huynh-The, Q. V. Pham, X.-Q. Pham, T. T. Nguyen, Z. Han, and D. S. Kim, "Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey," *arXiv preprint arXiv: 2202.10336,* 2022.

[55] "İnternet: D. Drozdowski, Ed.," *Higher Education in the Metaverse*. [Online]. Available: https://www.bestcolleges.com/news/analysis/2022/03/15/higher-education- inthe-metaverse/, Son Erişim Tarihi: 02.06.2022.

View publication stats