

Metaverse Destekli Fen Eğitimi

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Sabri KAN¹, Ahmet KUMAŞ²

1 Dr., Türkiye Maarif Vakfı, International Maarif Schools of Sarajevo BIH, Fizik Öğretimi, sabrikan@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-1016-1257.

2 Dr., Uşak Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü Optisyenlik Programı, ahmet.kumas@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2898-9477.

Gönderilme Tarihi: 15.01.2023 Kabul Tarihi: 09.08.2023 DOI: 10.37669/milliegitim.1242079

Atıf: “Kan, S., ve Kumaş, A. (2024). “Metaverse destekli fen eğitimi. *Milli Eğitim*, 53 (242), 659-694. DOI:10.37669/milliegitim.1242079”

Öz

Metaverse, eğitimde teknoloji destekli uygulamaların bir parçası mı, yoksa öğretimde ufuk açacak bir milat mı? Son yıllarda eğitim bilimlerinde metaverse ile ilgili araştırmalar ivmeli olarak artış göstermektedir. Fen bilimleri kapsamındaki bilimsel gelişmelerin lise düzeyindeki öğrencilere öğretiminin gereksinimi dikkate alındığında, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri soyut, mikro ve makro içerikli konuların öğretiminde bilişim uzmanlarından faydalanarak işbirlikli gruplara hitap edecek şekilde etkinliklerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırma, metaverse destekli fen eğitiminin uluslararası uygulamalarının ne durumda olduğunu belirleyerek fen öğretimindeki önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu süreçte yaşanabilecek problemler, avantajlar, dezavantajlar ve sınırlılıklar belirlenip, liselerde metaverse destekli öğretimin fen bilimleri derslerinde hangi konularda yürütülmesinin etkili olabileceği tespit edilmiştir. Nitel araştırma türlerinden özel durum çalışmasına dayalı yürütülen araştırmada seçkisiz olmayan örneklem yönteminden amaçlı örneklem ve ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Araştırmada katılımcı verileri 14 öğretmen ve 15 öğrenciden 2022-2023 eğitim öğretim yılı güz döneminde görüşme yolu ile elde edilmiştir. Doküman verileri ise Web of Science ve TR dizin veri tabanlarından elde edilmiştir. Katılımcı verileri içerik analizi, doküman verileri ise bibliyometrik analiz ile anlamlandırılmıştır. Öğretmen ve öğrencilerin bakış açılarına göre metaverse ekosisteminin oluşması teknolojik yönden oldukça zor olmasına karşın, öğretim ortamlarının bu ekosisteme dayalı olarak geliştirilmesi ile öğrencilere fırsat eşitliği, yeni bakış açısı ve etkili öğrenme noktasında önemli avantajlar sağlayarak ülkenin teknolojik gelişimine öncülük edeceği değerlendirilmektedir. Metaverse uygulamalarının öğrencileri teknoloji bağımlılığına, sosyal ve kültürel yönden sınırsız özgürlüğe yönlendirerek gerçek dünyadan uzak oyun merkezli bir etkileşime sürüklemesi ve mahremiyet duygularını giderici boyutları dikkate alınarak eğitim bilimciler tarafından ders kapsamında sınırlayıcı uygulamaların geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: metaverse, fen eğitimi, teknoloji destekli öğrenme

Metaverse-Based Science Education

Abstract

Is metaverse a part of technology-supported applications in education or is it a milestone in education? In recent years, research on metaverse in educational sciences has been increasing rapidly. Considering the necessity of teaching scientific developments within the scope of science to high school students, there is a need to develop activities that appeal to collaborative groups by using informatics experts to teach abstract, micro, and macro content subjects that students have difficulty understanding. This research reveals the importance of metaverse-supported science education in science teaching by determining the international practices of science education. In addition, the problems, advantages, disadvantages, and limitations that may be experienced in this process were determined, and it was decided in which subjects the metaverse supported teaching in high school science courses could be effective. Purposeful sampling and criterion sampling, which are the non-random sampling methods, were used in the research conducted based on a case study, was used in the research based on a case study, one of the qualitative research types. In the study, participant data were obtained from 14 teachers and 15 students through interviews in the fall semester of the 2022-2023 academic year. Document data was obtained from Web of Science and TR index databases. Participant data was interpreted by content analysis, and document data was interpreted by bibliometric analysis. Although the formation of the metaverse ecosystem is technologically very difficult from the point of view of teachers and students, it is evaluated that developing the teaching environments based on this ecosystem will lead to the technological development of the country by providing students with equal opportunities, a new perspective, and significant advantages in terms of effective learning.

Keywords: *metaverse, science education, technology assisted learning*

Giriş

Metaverse, yaşadığımız fiziki dünyaya paralel sanal bir evren oluşturarak her bir gerçek karaktere ait sanal karakterler (avatarlar) aracılığı ile farklı bir oluşumun tesis edilmesi olarak tanımlanabilir (Laeq, 2022). Bu konuda yapılan çalışmalarda araştırmacılar, metaverse kavramını sunarken tamamlayıcı ifadeler kullanmışlardır. Bunlardan biri metaverse'ün fiziksel ve sanal evrenin birleştirilmesinden öte, üçüncü bir ekosistem ortamı oluşturarak bu ortamda fiziksel dünyanın sürekliliğini sağlamaktır. Bu görüş temellendirilirken metaverse, günlük yaşamdaki etkinlik ve fiziksel yaşamın avatarlar aracılığı ile 3B tabanlı sanal gerçeklik ortamlarında yürütülmesi olarak ifade edilmektedir (Odama, 2022). Bir diğer görüşe göre metaverse'de sanal ve gerçeklik etkileşim halindedir. Bu etkileşim üç boyutlu olarak ekonomik, sosyal, psikolojik ve öğretimsel olarak yeni bir yaşam ortamını şekillendirmektedir (Anderson ve Rainie, 2022).

Metaverse üç özelliği ile AR (Artırılmış gerçeklik) ve VR'den (Sanal gerçeklik) farklılık göstermektedir. Bu özellikler; diğer katılımcılarla paylaşılabilen özellikte olması, merkezi olmaması ve kalıcı olmasıdır. Metaverse'ün bu iki uygulamanın avantajlarından da yararlanabilmesi için yapay zekâ teknolojisinden yararlanması gerekir (Cho, Hong, Kim ve Kim, 2022). Metaverse uygulamalarını geliştirenlerin bazı ön kabuller ile çalışmaya başlaması gerekir. Bunlar; teknoloji yeterliliği, metaverse uyumlu davranışlar, metaverse, gerçek karakter ve avatarlar olarak sıralanabilir (Nalbant ve Uyanık, 2021).

Metaverse, bireylerin izlemekle etkileşim sağladıkları bir ortam olmaktan ziyade ilgili ortama bizzat katılım sağlayıp ortamın bileşeni olarak sanal evren içerisinde hareket edebilme serbestliği sunmaktadır (Laeq, 2022). Günümüzde oyun teknolojisi metaverse dinamikleri üzerinde şekillenmeye başlamıştır. Metaverse destekli oyun kuruluşu olan Roblox'un kullanıcılarının %81'i 18 yaş ve altındadır (Dean, 2022). Bu istatistik, metaverse ve ileri teknoloji uygulamalarına yönelik lise düzeyindeki öğrencilerin üst düzey ilgi ve meraklarının olduğunu ve yoğun şekilde kullandıklarını göstermektedir. Roblox'da sunulan onlarca oyundan biri olan "Adopt Me!" 28 milyardan fazla ziyaret edilerek oyun platformunda en çok tercih edilen uygulama olmuştur (Dean, 2022). Bu oyun platformunda metaverse destekli uygulamalar ile sanal ortamda yapılar inşa edilmekte, evcil hayvanlar yetiştirilmekte ve yeni arkadaş ortamları geliştirilmektedir.

Sosyal Medyada oldukça etkili olan meşhur bir platformun kurucusu Mark Zuckerberg, Ekim 2021'de metaverse ile ilgili ufuk açıcı bilgiler sunduktan sonra tıp, mühendislik-mimarlık, elektronik haberleşme ve eğitim alanında çok yoğun çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Avatarların yapay zeka desteği ile otonom olarak hareket etmelerini ve davranışlarını sürdürmelerini sağlayan bu teknoloji, metaverse kapsamında yapay zeka teknolojisi olarak ifade edilmektedir (Odama, 2022). Bu teknolojinin etkileri sonucunda akıllı insanın veya canlı yapının davranışlarının sergilendiği dijital ikiz yapıları oluşmaktadır (Lv, Shang ve Guizani, 2022). Nesnelerin internetinde insan-robot etkileşimini sağlayabilen ve bağlantı içinde verilerin toplandığı bölüm metaverse kapsamında Internet of Things (IoT) ve robotik teknolojisi olarak isimlendirilmektedir. Avatar, Sanskritçe'de birleşik bir kavramdır. Ava (aşağı) ve tar (iniş) sözcüklerinden oluşmuştur. Hint inançlarında reenkarnasyon ile ilişkilendirilen bu kavram 90'lı yılların sonunda kişilerin internette takma isim olarak kullanmasıyla yaygınlaşmaya başlamıştır (Lv vd., 2022).

Tüm bu özellikler dikkate alındığında sanal bir evren oluşturarak gerçek kavram ve bağlamlara ait sanal ortamda fiziksel etkileşimlerde bulunulması, üçüncü ekosistemde birey ile mikro veya makro düzeydeki fen içeriklerinde yolculuk yapılarak

etkileşim sağlanması, günlük yaşamda lise laboratuvarlarında uygulama gerçekleştirilemeyecek deneylerin avatarlar aracılığı ile 3B tabanlı sanal ortamlarda gerçekleştirilmesi, merkezi yapıda olmaması ve diğer katılımcılar ile paylaşılıp eş zamanlı etkileşimlerin sağlanması gibi özelliklerin metaverse tabanlı öğretim uygulamalarına olanak sağlaması fen bilimleri öğretimi için önemli avantajlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Eğitimde Metaverse Kullanımına Genel Bakış

Alan yazında metaverse teknolojisinin eğitimde kullanımı ilk olarak 2006 yılında metaverse'ün eğitim uygulamalarında nasıl kullanılabileceği tartışması ile başlamıştır (Kemp ve Livingstone, 2006). Bu uygulamalar, 2015 yılından itibaren yoğun şekilde artmıştır. Özellikle yüz yüze eğitimin kesintiye uğradığı Covid-19 sonrasında metaverse destekli eğitimin popülerliği zirve yaparak bu alanda alternatif öğrenme ortamlarındaki uygulamalara yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Çok yaygın bir kullanım alanına sahip olmasa da geliştirilen mevcut uygulamaların öğrenci ve öğretmenlerin dikkatini çektiği görülmektedir (Kerdvibulvech, 2022). Uygulamanın bir diğer avantajı da öğrencilerin diledikleri yerden eğitim faaliyetine katılmalarının mümkün olmasıdır. Kendi dijital avatarlarıyla derse katılabilen öğrenciler farklı yerlerde olsalar da seçtikleri avatarlarla diğer arkadaşları ile yüz-yüze görüşür gibi eğitim etkinliğine dâhil olurlar. Bu da öğrencilerin ilgi duymadıkları alanlara dahi sürükleyici şekilde katılmalarını sağlayacaktır (Lin, Wan, Gan, Chen ve Chao, 2022).

Öğrenme ortamlarında nitelikli bir metaverse uygulaması için aşağıdaki üç sistematik takip edilmesi gerekmektedir (Singh, Malhotra ve Sharma, 2022).

1. *Ortamların Tasarımı*: Bu ortamlar, gerçek yaşam özelliklerini taşıyan dijital yansımalar şeklinde olmalıdır. Güncel hayattaki olağan davranışlara veya tepkilere yer verilmelidir. Gerçek ve sanal ortamın birleştirilmesini sağlayacak üçüncü bir ekosistemin oluşturulmalıdır.

2. *Öğretim İçeriklerinin Yansıtılması*: Amaçlı ve planlı bir şekilde hazırlanan öğretim programının veya bir konunun muhtemel metaverse ortamlarına yansıtılması gerekir.

3. *Öğretmen Yeterlilikleri*: Öğretimi sağlayacak olan öğretmenlerin metaverse ve sanal laboratuvar uygulamalarında bu ortamlarda doğru rehberlik/liderlik yapabilecek üst düzey becerilere sahip olmaları sağlanmalıdır.

Bu noktadan hareketle eğitim öğretim faaliyetlerinde metaverse'in kullanılabilmesi için zorunlu bazı teknolojik gereksinimlere de ihtiyaç vardır. Bunlar genişletilmiş gerçeklik (Extended Reality - XR) ve kullanıcı etkileşimidir (Lee, Braud, Zhou, Wang, Xu, Lin ve Hui, 2021).

- XR teknolojisi: Fiziksel karakterlerin özelliklerini sanal avatarlara aktarabilen genişletilmiş gerçeklik teknolojisi metaverse'in temellerini oluşturmaktadır. Bu teknoloji AR, VR ve karma gerçeklik (Mixed Reality - MR) kavramlarını kapsayacak şekilde planlanan bir uygulamadır. Dahası bu teknolojiye projeksiyon ve hologram teknolojisi de dahil edilmiştir.

- Kullanıcı etkileşimi: Bilgisayara dayalı görüş, yapay zekâ ve blok zincir, robotik ve nesnelerin interneti (IoT), uç hesaplama, bilgisayar ağları ve donanımsal alt yapı olarak sıralanmaktadır.

Gelişen teknoloji ile birlikte farklılaşan öğretim yöntemlerinin arasına metaverse'ün dâhil olacağı düşünüldüğünde, öğrencilerin anlamakta en fazla zorlandıkları soyut, mikro ve makro içeriklere sahip ve kavram içeriklerinin öğretimi için en uyumlu ders türlerinin fen bilimleri dersleri olacağı şüphesizdir (Hwang ve Chien, 2022). Bu kapsamda fizik, biyoloji ve kimya disiplinleri ile sıkı ilişkisi dikkate alındığında metaverse uygulamalarının okullarda uygulanması mümkün olacaktır (Bibri, 2022). Ancak burada ana hatları çizilen bu teorinin pratikteki karşılığının ne olacağını net olarak kestirmek mümkün değildir. Bu açıdan bakıldığında eğitimde metaverse kullanımını ile ilgili olarak;

1. Akademisyenler, program geliştirme uzmanları ve öğretmenler gibi tüm paydaşların hazır bulunurlukları,
2. Teknolojik altyapı veya imkânların elverişliliği,
3. Eğitim ortamlarının uyumlu olması,
4. Karar verici mercilerin destek sağlaması oldukça önemlidir (Bibri, 2022).

Bütün bu ön koşullar içinde öğretmen ve öğrencilerin uygulamaya yönelik yaklaşımları eğitimde metaverse kullanımının etkili bir anahtarı rolündedir. Öğretmenlerin yeterli teknoloji kullanım becerilerine sahip olması, öğrencilerin de bu teknoloji ile gerçek hayat arasında doğru ilişkilendirme kurmaları beklenen başarının yüksek olmasına katkı sağlayacaktır (Marini, Nafisah, Sekaringtyas, Safitri, Lestari, Suntari ve Iskandar, 2022).

Yararlı ve olumlu taraflarının yanında metaverse'e dayalı eğitim uygulamalarının zor ve dezavantajlı yönleri olabilir. Fiziki ve teknolojik gereksinimlerin üst düzey maliyetleri nedeniyle eğitim alanında metaverse kullanımı henüz istenilen düzeyde gelişim göstermemiştir (Marini vd., 2022). Yürütülen araştırmalarda metaverse destekli öğrenme genellikle basit dijital oyunlarla ilişkilendirilerek sanal bir dünya oluşturulmakta (MindCraft gibi) ve amaçlı öğrenme kavramları ile öğrenci merkezli ve kalıcı öğrenme için ortam sağlanmaktadır. Ancak bu tür uygulamalar eğitimin amaç-

larına ulaşmada yetersiz kalmaktadır (Tlili vd., 2022). Diğer bir kısıtlılık da uygulama geliştirme maliyeti ile ilgilidir. Maddi getirisi kısıtlı olan eğitim alanına metaverse gibi yüksek maliyet gerektiren uygulamaları geliştirmek özel sektörün çok ilgilendiği alanlar değildir. Bu nedenle söz konusu alanda ya kar amacı gütmeyen eğitim bakanlıkları üzerinden veya üniversitelerin “proje geliştirme” yöntemleri ile içerik üretilir. Ancak her ne şekilde olursa olsun bu alana yapılacak yatırım gelecekteki eğitim uygulamaları için oldukça büyük katkılar sağlayacaktır (Kye vd., 2021).

Öğrenme ortamlarında metaverse teknolojisinin etkin kullanım vizyonlarından birisi de birkaç yıl önce geliştirilen “Second Life” adlı bir sanal uygulamadır. Bu sanal ortamda 3B avatarları aracılığı ile giren kullanıcılar kendi avatarları ile günlük hayata benzeyen pek çok etkinliklere katılabilmektedir (Sandrone, 2022). Günümüzde bilgi iletişim teknolojisinin gelişimi ile eğitim içerikli metaverse araştırmaları yeni boyut kazanmaya başlamıştır. Bu uygulamaya benzer şekilde tasarlanacak sınıf ortamları sayesinde öğrencilerin avatarları aracılığı ile etkili olarak sanal sınıf ve laboratuvar ortamlarında buluşup sosyal etkileşim olanakları elde edilebilir. Bu ve benzeri uygulamalar, özellikle sosyal yönden öğretimsel amaçlı iletişim ve etkileşim olanağının kısıtlandığı Covid-19 sürecinde büyük avantajlar sağlamıştır (Kerdvibulvech, 2022). Metaverse teknolojisinin eğitimde yol göstericilik rolü ile ilgili 2006 yılında gerçekleştirilen ve gelecek on yılda metaverse teknolojisinin toplum ve devletlerin geleceğine etkisinin değerlendirildiği “Metaverse Roadmap Summit” eğitim çalışmaları için de önemli bir ufuk açmıştır (Metaverse Roadmap Summit, 2006).

Fen Eğitiminde Metaverse Destekli Öğretim

Yüzyüze eğitime ara verilen dönemlerde fen öğretiminde yaşanan başlıca problemler; öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşimin yetersizliği, deney-gözlem uygulamalarının yetersizliği, öğretimsel uygulamalara öğrencilerin katılımının yetersiz olması şeklinde sıralanabilir (Alam, 2022). Farklı platformlardan çevrimiçi ve hibrit uygulamalara yer verilerek bu olumsuzlukların eğitim üzerindeki etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak her ne olursa olsun öğrencilerin zihinsel ve fiziksel olarak pasif kaldığı online ve hibrit öğrenme süreçlerinde ciddi problemler yaşanmaya başlanmıştır. Bunlar; çevrimiçi takip tükenmişliği, düşük benlik algısı, katılım eksikliği, hareketsizlik ve basit duygusal ifade olarak sıralanmaktadır (Kumaş, 2022a). Bu kapsamda yüz yüze eğitime alternatif olarak yürütülebilecek etkili uygulamalardan biri de sanal ve artırılmış gerçeklik araçları ile desteklenen metaverse ortamlarıdır (Özdemir, Vural, Süleymanoğulları ve Bayraktar, 2022).

Şimdiye kadar metaverse ile ilgili araştırmalara bakıldığında genel olarak alan yazına dayalı çalışmaların ön plana çıktığı görülmektedir (Ning vd., 2023; Tlili vd.,

2022; Yang vd., 2022; Wang vd., 2022). Alan yazında liselerde fen öğretimi kapsamında metaverse kullanımı ile ilgili uygulamalı araştırma henüz bulunmamaktadır. Bunun temel olarak iki nedenden kaynaklandığı düşünülmektedir. Birincisi oldukça fazla zaman ve büyük bir beceri isteyen metaverse ortam tasarımının zor olması; diğeri de alanda yeteri kadar üretkenliğe sahip fen eğitimcisinin bu tür projelerde görev almamasıdır. Fen eğitimi için hazırlanacak metaverse ortamında temel olarak aşağıdaki şartların sağlanması gerekir (Suh ve Ahn, 2022);

1. Ders programının amaç ve hedeflerine uygun ortam tasarımının yapılması,
2. Ders konuları içinde geçen tüm kavramların hazırlanan ortamda tanımlanması,
3. Ön bilgi, giriş, konu kapsamı, geliştirme ve ölçme-değerlendirme gibi eğitim süreçlerine uygun olması,
4. Laboratuvar ve gözlem olanaklarının günlük hayatla uyumlu olması,
5. Kavram yanlışlarına (olağanüstülük, ışınlanma, bilimsel yanlışlara) sebep vermemesi,
6. Etik olması.

Soyut kavramların oldukça fazla olduğu fizik dersinde hazırlanacak teknoloji destekli uygulamalar ile öğrencilerin elektrik yükleri, fisyon-füzyon reaksiyonları, atom altı parçacıklar, galaksi-evren gibi fiziksel olarak tecrübe edinilmesi imkânsız olan lise konularının daha kolay anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (Kumaş, 2022b). Bir metaverse ortamı da tıpkı bir laboratuvar veya sınıf gibi düşünülmelidir. Hatta bu ortam öğrencilere verilecek senaryolarla daha aktif hale getirilmelidir (Lee vd., 2022). Probleme dayalı öğrenme ve bağlam temelli öğrenmenin temel unsurları olan gerçek yaşam senaryoları ve gerçek yaşam bağlamlarının ortamdaki diğer katılımcı ve nesnelere etkileşim halinde daha etkili öğrenildiği bilinmektedir (Kan ve Saka, 2021). Gelişen teknolojiyle birlikte bu etkili ortamlardan biri de metaverse ortamıdır. Öğrenciler fiziksel modeller üzerinde bizzat dokunarak tecrübe edinemedikleri uygulamaları 3D destekli AR uygulamaları ile sanal dokunma, sanal deney yapma ve avatarlar aracılığı ile etkileşim sağlayarak daha etkili öğrenebilirler. Metaverse uygulamalarını kullanacak öğrenciler, avatarları aracılığıyla öğretmen ve sınıf arkadaşlarıyla iletişim kurmaya devam ederler. Sanal ortamda yapılan etkinlik, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artıran sürükleyici bir öğrenme fırsatı yaratabilir (Alam ve Mohanty, 2022).

Biyoloji dersinde canlı hücreler, dokular ve organlar konusunda 3D ortamında XR destekli hazırlanan metaverse ortamı ile öğrencilerin bir dokunun yapısını sanal olarak görmesi ve dokular arasında seyahat etmesi öğrenmenin kalıcılığı üzerinde

büyük etki oluşturacaktır (Ljungholm, 2022). Benzer şekilde Kimya dersinde bileşik oluşturabilen iki veya daha fazla maddenin bunu nasıl ve hangi özellikleri ile yaptıklarına dair bir metaverse öğrencilerin derslerden daha büyük keyif almalarını sağlayacaktır (Tlili vd., 2022). Fen eğitiminde metaverse destekli bir model kullanmanın belki en büyük faydalarından biri de aynı anda birden fazla dersle ilişkilendirilebilecek olmasıdır. Örneğin kimya dersindeki kimyasal tepkimeler ile Fizik dersindeki nükleer enerji konuları aynı anda öğrenilebilecektir (Tlili vd., 2022).

Fen Eğitiminde Metaverse Kullanımı için Teknolojik-Ekosistem Gereksinimleri

Metaverse dayalı olarak fen öğretiminde uygulamaya dönük araştırma bulunmamasından dolayı, bu ekosistemin fen bilimlerine dayalı derslerde uygulanabilmesi için öncelikle hangi teknolojilerin ve donanımsal alt yapıların ne şekilde kullanılacağı ile ilgili teknik bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde okullarda metaverse destekli fen öğretiminin sağlanabilmesi için gerekli olan teknolojik ve donanımsal alt yapılar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Metaverse Destekli Fen Eğitiminde Teknolojik Gereksinimler (Lee vd., 2021)

		Metaverse		
Teknolojik gereksinimler		Yardımcı ekosistem gereksinimler		
Alt yapı donanımı		Avatar		
Ağ donanımı		İçerik oluşturma	Sanal eğitim	
Tarayıcı ve bulut sistemi		Etik gereksinimler		Sosyal ve ahlaki gereksinimler
Bilgisayarla görü	IoT	Blok zinciri	Güvenirlilik-gizlilik	Hesap verebilirlik
XR		Çok yönlü etkileşim	Fen içeriği ile örtüşme	

Tablo 1’de gösterilen metaverse destekli fen öğretimi için teknoloji ve donanım alt yapısının bileşenlerinde 5G ağ alt yapısı, yapay zeka teknolojisi, bilgisayar görüşü, artırılmış gerçeklik, robotik etkileşim, avatarlar, blok zincir ve nesnelerin interneti bulundurulması gerekmektedir (Lee vd., 2021). Fen öğretimi kapsamında metaverse kullanımında ‘digital twins-native continuum’ tavsiye edilmektedir (Wang, Yu, Bell ve Chu, 2022). Digital twins-native continuum ile çok geniş sanal ortamlarda sayısallaştırılmış fiziksel yapılar sanal dünya ortamında iletişime geçerek yeni bir boyut olan fiziksel-sanal evrende etkileşim sağlayacaktır. Bu yeni fiziksel-sanal ortamda meta-veri deposu olarak 3B sanal siber uzay kullanılmaktadır (Taçgın, 2022).

Fen eğitiminde metaverse teknolojisi geliştirilirken üç önemli unsurun dikkatli ve uyumlu şekilde tasarlanması gereklidir; dijital kopya, öğretim programı ve bağımsız ekosistem. Dijital kopya, fiziksel gerçekliğin çok yönlü özelliklerini taşıyacak şekilde ikizlerin oluşturulmasıdır (Lee vd., 2021). Bu ikizler günlük hayatla eşleştirilen ikizlerinin özelliklerini büyük oranda taşımak zorundadır. Bu ikizler, ister sanal ortama katılım sağlayan öğrenciler olsun, ister öğretim ortamında kullanılacak materyallerin kopyaları olsun fark etmez. Öğrencilerin seçecekleri avatarın bir insanın tüm özelliklerini taşıması beklenmez. Ancak oluşturulan karakterler öğrenciler için bir modellemeye de neden olduğundan eğitim faaliyeti için belirlenen avatarların geliştirilmesi fen eğitiminde dikkat edilecek hususlardan olacaktır (Lee vd., 2021). Öğretim programı uyumundan kasıt, fen öğretim programlarındaki içerikleri yansıtacak araç-gereç, deney ve gözlem olanaklarının yenilikçi teknoloji sayesinde dijital ikizlere dönüştürülmesidir. Özellikle fen öğretimi söz konusu olduğunda öğretim içeriğinin programa göre daha dikkatli geliştirilmesi gerekmektedir (Gao vd., 2022).

Metaverse uygulamalarında bağımsız ekosistem oluşturma hassasiyet gerektiren bir olgudur. Bu bağımsız ekosistem, oluşturulan sanal ortam ve öğrenci işbirliği ile ilgilidir. Bunun anlamı, avatarların (öğrencilerin) dijital ikiz ve doğal ortamında etkileşim halinde olduğu diğer avatarlarla (öğrencilerle) dersin amacına göre hazırlanmış bir ortamda etkileşim ve işbirliği halinde bilimsel becerileri kazanacak faaliyetler yürütmeye uyumlu olmasıdır. Belki izdüşüm olarak tanımlanacak ekosistemin gerçek hayattaki bilimsel olguları yansıtması gerekecektir. Örneğin bir kimyasal reaksiyon gözleminde ortamdaki avatarın tehlikeli bir kimyasal ile temas etmesi halinde zarar göreceğini tecrübe eden uygulamaların ekosistemde yer alması gerekecektir (Zhong ve Zheng, 2022). Sınıf içi uygulamalarından farklı olarak, fen eğitimi kapsamında geliştirilecek metaverse uygulamalarında daha derinlemesine gözlem ve analiz olanağı olacaktır. Örneğin gerçek hayatta gözlem imkanı bulunamayan hücre bölünmesi ve kan akışının metaverse ortamda tecrübe edildiği biyoloji konuları ile kimya dersinde molekül oluşturma gibi simülasyonlar, kavramların soyutluk özelliğini biraz daha zayıflayacaktır (Marini vd., 2022). İçerik geliştiricilerin dikkat edeceği noktalardan bir diğeri de kültürel uyumdur. Bu kapsam hem dijital kopya hem de bağımsız ortam geliştirmede dikkate alınması gereken hassas içeriktir. Geliştirilen avatarlar veya oluşturulan ekosistemde eğitim verilen ülkenin kültürel kodları da barındırılmalıdır. Örneğin, öğrenme ortamlarında oluşturulan aksesuar, motif veya görsel öğeler toplumların kendine has özelliklerine göre düzenlenmelidir. Elbette bu hassasiyet küresel bir eğitim ortamı oluşturma yaklaşımını reddetmez (Kye vd., 2021).

Araştırma Boşluğu ve Çalışma Hedefleri

Değişen öğrenme stilleri öğrencilerle etkili iletişim kurma yolları ve daha pek çok farklılık, günümüzde eğitimde yeni nesil uygulamalara yönelmeyi zorunlu kıl-

maktadır. Geleceğin eğitim aracı olarak metaverse, zamanında ve etkili şekilde kullanılırsa dünyadaki diğer ülkelerle rekabet edebilecek insan potansiyeline ulaşılabilir (Fitria ve Simbolon, 2022). Türkiye'nin orta vadedeki hedeflerinden biri de TIMMS ve PISA gibi uluslararası sınavlarda ilk 10 ülke arasında yer almaktır. Bu amaçla öğrenenlerin değişen ihtiyaçlarına uyum sağlayacak teknolojiler geliştirmek de bu çalışmaların bir parçasıdır. Metaverse alanında yapılacak çalışmalar da bu kapsama dâhildir. Sözü geçen sınavlarda ilk on sırada yer alan Güney Kore'nin teknoloji içerikli eğitim alt yapısına ve 500'den fazla şirkete metaverse çalışmaları kapsamında destek sağlaması önemli bir vizyon göstergesidir (Türel, Akgün, Aydın ve Yaratın, 2020). Son on yılda Türkiye'de EBA ve FATİH projeleri ülkenin tüm okullarındaki teknoloji ve altyapı gereksinimlerini sağlayarak üst düzeylerde imkânlar sağlamıştır. Bu projelerin dinamik yapılarının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için yeni ve ihtiyaç duyulan alanlardan en yenisi metaverse uygulamalarının entegrasyonu olmalıdır (Atıf Alkan ve Bolat, 2022). Bu entegrasyon öğretimde önemli avantajlar sağlayacaktır.

Dünyada ve Türkiye'de genel olarak başarı oranı düşük derslerin başında Fizik, Matematik, Kimya ve Biyoloji dersleri gelmektedir (Kan, Saka ve Batman, 2019). Bunun temel nedenlerinden biri de bu derslerdeki soyut kavramların ağırlıkta olmasıdır (Kumaş, 2022b). Soyut ve deneye dayalı kavramların ve bağlamların yoğunlukta olduğu bu dersler kapsamında geliştirilecek metaverse destekli uygulamalar öğrencilerin başarılarına da destek sağlayacağı düşünülmektedir. Her okulda gelişmiş laboratuvarların kurulumu oldukça zordur. Özellikle kırsal kesimlerde oluşturulan laboratuvarların yetersiz olduğuna dair alan yazında pek çok araştırma yer almaktadır (Analı ve Şahin, 2020). Metaverse destekli eğitim uygulamaları ile internetin olduğu her yere adeta büyük bir laboratuvar kurulumu gerçekleştirilecektir. Böylece öğrenciler, etkileşimli olarak teorik ve deney-gözlem imkânlarına sahip olacaklardır.

Öğrencilerin öğrenme stillerinin değiştiğine dair araştırmalar dikkate alındığında eğitim bilimcilerin öğretimsel uygulama geliştirme süreçlerinde öğrencilerden bilgi almaları ve onların bakış açıları ile strateji geliştirmeleri daha etkili olacaktır. Özellikle metaverse gibi ileri teknoloji kullanımı gerektiren bir uygulamanın eğitimde kullanılmasının planlanması aşamasında öğrencilerin bakış açılarının önemli referans olduğunu düşünmekteyiz. Bu nedenle geliştirilecek yeni uygulamaların son kullanıcı olan öğrenciler tarafından ön analizi önemli bir veri kaynaklığı yapabilir. Dolayısıyla öncelikle öğrencilerin ama aynı zamanda öğretmenlerin metaverse teknolojisine bakışları, bu teknolojiyi öğretimsel amaçlar doğrultusunda kullanabilme yaklaşımları bu çalışmada önemli bir hareket noktasıdır. Her iki paydaşın (öğretmen ve öğrencilerin) bu teknolojiye yönelik yeterlilikleri, fen bilimleri kapsamındaki hangi konularda ve kavramlara yönelik metaverse destekli uygulamalar geliştirilebileceğine dair

yaklaşımları çalışmanın veri kaynağını oluşturacaktır. İfade edilen konularda henüz akademik çalışmaların olmaması bu çalışmayı değerli kılmaktadır. Bu deneyimleri geliştirme kapsamında sistematik uygulama basamaklarını ortaya koyup bir yol haritası belirlemek ileride yürütülecek çalışmalara ışık tutacaktır.

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı Fen öğretiminde metaverse kullanımına yönelik bir strateji belirlenmesi ve bu stratejinin uygulanabilirliğinin analiz edilmesidir. Bu kapsamda çalışmanın temel sorusu; “Fen eğitiminde metaverse kullanımı nasıl olmalıdır?” şeklindedir. Çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve araştırmacıların bu verilerle birlikte muhtemel metaverse uygulamalarına yönelik değerlendirmeleri çalışmanın genel kapsamını açıklar. Böylece çalışmanın sonunda sistematik uygulama basamaklarını ortaya koyup bir yol haritası sunulması hedeflenmiştir.

Bu kapsamda çalışmada cevabı aranacak diğer soruları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

1. Uluslararası uygulamalar ve eğitim-öğretim etkinliklerinde metaverse kullanımı ne durumdadır?
2. Fen öğretiminde metaverse kullanımının önemine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?
3. Fen öğretiminde metaverse tabanlı eğitimin sınırlılıklarına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?
4. Fen öğretiminde metaverse tabanlı öğretimin avantaj ve dezavantajlarına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?
5. Fen öğretiminde metaverse kullanımının hangi konuların öğretiminde etkili olabileceğine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?

Yöntem

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemine dayalı özel durum çalışması deseni kullanılmıştır. Nitel araştırmalarda veri toplama aracı olarak görüşme, gözlem, doküman incelemesi ve derecelendirilmiş değerlendirme formları kullanılır. Nitel araştırma sürecinde araştırma kapsamındaki örneklemelerden doğal ortamlarında derinlemesine bilgi elde etmek temel hedeftir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırma kapsamında fen eğitiminde metaverse kullanımına yönelik bir strateji oluşturabilmek adına fen eğitiminde aktif rol üstlenen öğretmen ve öğrencilerden derinlemesine bilgiler elde edilmesi amaçlandığından nitel araştırma yöntemi uygun olduğu görülmektedir. Daha az sayıdaki örneklem üzerinde bir analiz yapma ve konuyu derinlemesine araştırma

yapma amacı, özel durum çalışması yönteminin benimsenmesine neden olmuştur. Bu tür araştırmalarda özel bir alan, konu veya durum üzerinde derinlemesine inceleme yapma avantajı oluşur. Özel durum çalışması, daha çok “neden” ve “nasıl” sorularına cevapların arandığı araştırma yöntemidir (Yin, 2009). Araştırmada eğitim alanında henüz çok fazla kullanılmayan metaverse uygulamaları üzerine öğretmen ve öğrencilerle derinlemesine analiz ve değerlendirmeler yapılacağından özel durum çalışması yönteminin kullanımı uygun görülmüştür.

Örnekleme

Nitel araştırmalarda amaca yönelik nitelikli veri elde edebilmek için amaçlı örneklem seçimi gerçekleştirilmelidir (Yin, 2009). Amaçlı örneklem seçiminde önemli olan örneklemin genişliği değil, amaca yönelik bilgi elde edilebilecek örnekleme ulaşılabilirliğidir. Amaca yönelik örneklem seçiminde sayı konusunda esnek, kapsayıcı bilgiye ulaşana kadar kararlılık gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu araştırma kapsamında amaca yönelik bilgilerin elde edilebilmesi için seçkisiz olmayan örneklem yöntemlerinden amaçlı örneklemlerden ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Araştırmanın örneklemini Türkiye’de çeşitli liselerde öğretmenlik yapan ve belli niteliklere sahip toplam 14 öğretmen ve lise son sınıfta eğitim görmekte olan 15 öğrenci olmak üzere toplamda 29 kişi oluşturmaktadır. Araştırmanın amacı doğrultusunda amaçlı örneklemin özelliklerini belirleme sürecinde teknoloji destekli öğretime yönelik çalışmaları olan iki akademisyen ve iki öğretmenden görüşler alınarak belirli özellikler ortaya konulmuştur.

Amaçlı örneklemdaki öğretmenler aşağıdaki özellikler dikkate alınarak seçilmiştir.

- *Kitap Yazma Komisyonu (K-Y-K)*: Türkiye’de kitap yazma veya kitap inceleme komisyonlarından birinde görev almak
- *Akademik Yayın (A-Y)*: Fen eğitimi üzerine ulusal veya uluslararası en az bir akademik yayına sahip olmak
- *Deneyim (D)*: Fen öğretiminde en az 10 yıllık tecrübeye sahip olmak
- *Hizmetiçi Eğitim (H-E)*: Son 5 yıl içinde fen eğitimi veya fizik öğretim programı tanıtımları ile ilgili en az 2 hizmetiçi eğitime katılmak veya bu eğitimlerde öğretim görevlisi olarak yer almak.

Buna göre araştırmaya katılan öğretmenlerden yukarıdaki özelliklerden bir veya birden fazlasını taşıyanlara dair demografik bilgiler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2*Örneklemdaki Öğretmenlerin Demografik Özellikleri*

	N	K-Y-K	A-Y	D	H-E
K-Y-K	3	-	3	2	3
A-Y	8	3	-	6	4
D	12	2	7	-	6
H-E	12	3	4	10	-

Metaverse ile ilgili nitelikli bilgilerin elde edilebilmesi için akademik ve tutum yönünden fen bilimleri derslerinde başarı düzeyleri yüksek olan amaçlı örneklemdaki öğrenciler belirlenirken aşağıdaki özellikler dikkate alınmıştır.

- Fizik, kimya ve biyoloji dersi akademik ortalamasının 100 üzerinden 85 ve yukarı olması
- Fen lisesi veya sınavla öğrenci alan okullardan birinde eğitim alıyor olması ve merkezi yerleştirme sınavlarında %4 dilimine girmiş olması.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Araştırma verileri doküman incelemesi ve araştırmaya katılan öğretmen ve öğrencilerden yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi ile veriler toplanmıştır. Fizik öğretiminde metaverse kullanımına dair derinlemesine bir inceleme sağlamak amacıyla öğrenci ve öğretmenlerle 10 sorudan oluşan yapılandırılmamış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Sorular uygulama öncesi fen eğitimi alanında uzman üç araştırmacı tarafından değerlendirilerek uygulanmıştır. Görüşmeler 20 dakika ile 34 dakika arasında sürmüştür. Araştırma sonrasında eklemek istenen ek bilgi sorusu ile ankette yer almayan ve metaverse kullanımına dayalı farklı ve daha özgün yaklaşımların ölçülmesi amaçlanmıştır. Böylece çok geniş bir alanda kullanılacak metaverse uygulamalarına dair katılımcıların, araştırmacıların amaçlarından öte düşünceleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Mülakatların başlangıcında öğretmen ve öğrencilere yaklaşık 15 dakikalık “İnternette sonra bu gelecek! Metaverse” bilgilendirme videosu izlettirilmiştir. Ayrıca toplamda üç dakikalık “Matrix” ve “Minority Report” filmlerinden birer sahne izlettirilmiştir. Böylece katılımcıların fen eğitiminde metaverse kullanımı ile ilgili ön bilgi sahibi olmaları ve özgün görüş oluştururken önceki uygulamalardan haberdar olmaları sağlanmıştır.

Veri toplama süreci boyunca araştırmacılar, öğretmenler ve öğrenciler arasında uzun süreli görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler informal olarak not edilmiştir. Görüşmelerde araştırmacı ve katılımcılar arasında metaverse teknolojisinin daha iyi anlaşılması ve daha etkili şekilde eğitimde kullanımına yönelik hazırlıkların neler olabileceği konularında diyaloglar olmuştur. Verilerin toplanması 22 katılımcı ile yüz yüze ve yedi katılımcı ile Zoom programı üzerinden görüntülü görüşme yolu ile gerçekleştirilmiştir.

Doküman verileri bibliyometrik analiz ile anlamlandırılmıştır. Bibliyometrik analiz yapmak için, konuyla ilgili kapsamlı bilgi elde edilebilecek veritabanı belirlemek gerekmektedir. Web of Science ve ülkelerin kendi ulusal veri tabanları bu tür araştırmalar için en iyi veri tabanı olarak gösterilebilir (Sanders ve Horn, 1998). Bu çalışmada eğitim bilimleri alanında geniş ve nitelikli araştırmaların bulunduğu Web of Science ve ulusal yayınlarda TR dizin veri tabanları seçilmiştir. Veri sorgulaması 27.12.2022 tarihinde yapılmıştır. Eğitimde metaverse ile ilgili yayınları belirlemek için “title” bölümünde “metaverse” terimi için yapılan sorgulamada eğitim ile ilgili 2010 yılı sonrası için 104 araştırma bulunmuştur. Belge sayısı, yayın yılı, anahtar kelime, yazarlık, kaynak ve ülke gibi çeşitli parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri için excel programı kullanılmıştır. Bibliyometrik öğeler arasındaki ilişkileri belirlemek için atıf analizi, ortak atıf analizi, ortak yazarlık analizi, anahtar kelime birlikte oluşum analizi ve bibliyografik eşleştirme analizleri yapılmıştır. VOSviewer 1.6.18 kullanılarak ağ haritaları biçiminde görselleştirme gerçekleştirilmiştir. Bu program güçlü bir görselleştirme yeteneğine sahip olduğu için tercih edilmiştir (Van Eck ve Waltman, 2010).

Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Araştırmanın tüm süreçleri nitel yöntemlere dayandığı için geçerlik ve güvenilirlik yerine inandırıcılık ve aktarılabirlik yönünden değerlendirmeler yapılmıştır. Nitel araştırmalarda inandırıcılığın üst düzeylere çıkarılabilmesi için veri toplanan örneklem grubu ile uzun süreli etkileşim oluşturulmalı, uzman incelemesine başvurulmalı ve katılımcı teyidi sağlanmalıdır (Golafshani, 2003). Aktarılabirliğin sağlanabilmesi için süreç ayrıntılı olarak betimlenmelidir. Nitel araştırmalarda inandırıcılık ve aktarılabirliğin sağlanabilmesi için yanlılığın önlenmesine yönelik önlemler alınmalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmacıların 18 ve 21 yıl MEB’de öğretmen olarak görev yapmaları örneklem grubu kapsamındaki öğretmen ve öğrencilerle uzun süreli etkileşimlerini sağlamıştır. Her iki araştırmacının da alanlarında doktora düzeyinde akademik birikime sahip olmaları uzman incelemesinde niteliğin artırılmasına katkı sağlamıştır. Katılımcı öğrenci ve öğretmenlerle birlikte uzun süre geçirilmesi aynı zamanda verilerin ham hallerinin teyidinin sağlanmasında önemli katkılar sağlamıştır.

Mülakat sorularında iç güvenilirliğin hesaplanması için tutarlık incelemesi, dış güvenilirliğin hesaplanması için ise teyit incelemesi yapılmıştır. Nitel araştırmalarda bulguların yorumlanıp istatistiksel olarak sunulmasında kodlayıcılar arasındaki güvenilirliğin %70'in üzerinde olması gerekmektedir. Araştırma kapsamında kodlayıcılar arasındaki güvenilirlik “Güvenirlik = Ortak görüş / (Ortak görüş + Farklı görüş)” formülü ile hesaplanmıştır. Görüşme soruları kapsamında elde edilen kodlayıcılar arası güvenilirlik verileri değerleri; dört soruda %70-80 arasında, altı soruda %80-85 arasında, beş soruda %85-90 arasında, beş soruda %90-95 arasında hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arasındaki ortalama güvenilirlik değeri %87 olarak bulunmuştur. Bu değer, Miles ve Huberman'ın (2015) kodlayıcılar arasındaki güvenilirlik değerinin en az %70 olması gerektiği önerisinin oldukça üzerinde bir değerdir.

Etik Kurul İzni

Araştırma verilerinin toplanması için Uşak Üniversitesi Rektörlüğü Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu 22.07.2022 tarih ve E-54749836-050.99-90781 sayılı 2022-22 karar sayılı izin alınmıştır.

Verilerin Toplanması

Etik kurul izni alındıktan sonra araştırma verileri toplanmıştır. Öğretmenler ve öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmeler ders saatleri dışında ve planlı olarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar görüşlerini ifade ederken müdahale edilmemiş, yanlı olabilecek müdahalelerden uzak durulmuştur. Kayıtlar görüntülü, sesli ve yazılı olarak kaydedilmiştir. Katılımcıların görüşlerinin kayıtlarla tutarlılığını sağlamak için mülakat sonrası süreçte görüntülü ve sesli olarak iletişim sağlanmıştır.

Verilerin Analizi

Öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımı ve fen eğitimine sağlayacağı katkılara dair düşüncelerinin belirlenmeye çalışıldığı mülakat bulgularının anlamlandırılmasında Eysenbach ve Köhler (2002) dört aşamalı içerik analizi sistematigi takip edilmiştir. Bu kapsamda (1) kod verilerin kodlanması, (2) kod, kategori ve temaların bulunup anlamlandırılması, (3) kod, kategori ve temaların düzenlenmesi (4) kod, kategori ve tema verilerindeki değerlerin yorumlanarak anlamlı bulguların sunulması aşamaları takip edilmiştir. Benzer ve farklı kodlar ayrıştırılarak kod havuzu oluşturulmuştur. Daha sonra kod havuzundan benzerlik ve farklılık durumlarına göre temalar ve kategoriler olarak toplanmıştır. Kodlamanın ardından iki ana tema (metaverse kullanım alanları ve fen eğitiminde metaverse yöntemine uygun konular) ortaya çıkmıştır. Her bir ana tema için alt temalar, kategoriler ve kodlar oluşturulmuştur. İçerik analizi yapılırken görüntü ve ses kayıtları ile araştırmacıların yazılı olarak tuttukları notlar karşılaştırılmıştır. Kayıtlar ile notlar arasındaki farklılıklar karşılaştırıldıktan

sonra eksiklikler giderilerek elde edilen veriler bulgular tablosuna yazılmıştır. Mülakat verilerinin analizleri gerçekleştirilirken içeriği en iyi yansıtacak cümleler ve kelimeler seçilmiştir. Katılımcılar da kodlanarak ifade edilmiştir. Öğrenciler kodlanırken (S1, S2, S3...), öğretmenler kodlanırken (T1, T2, T3...) kısaltmaları kullanılmıştır.

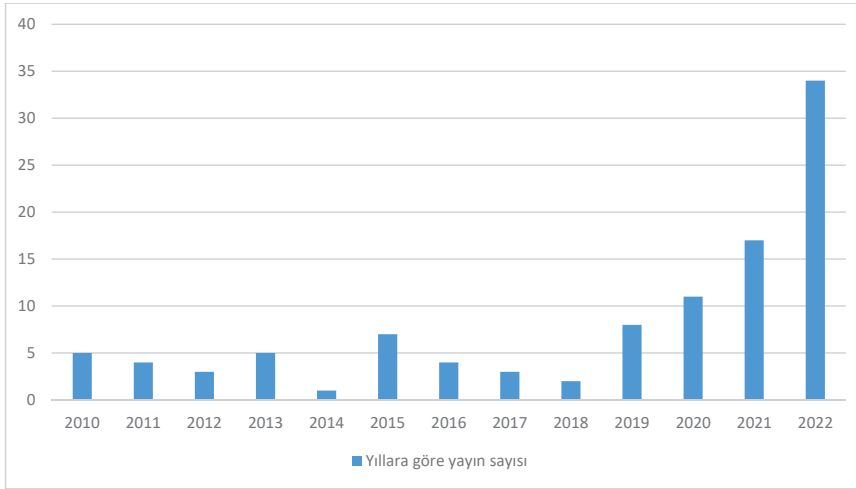
Bulgular

Uluslararası Uygulamalar ve Eğitim Öğretim Etkinliklerinde Metaverse Kullanımına Yönelik Bulgular

TR dizin ve WOS’da eğitim araştırmalarında metaverse ile ilgili çalışmalar 2010 yılında beş iken sonraki yıllarda artarak 2022 yılı sonunda 34’e çıkarak zirve değerlere ulaştığı görülmektedir (Şekil 1).

Şekil 1

Yıllara Göre Metaverse Destekli Eğitim ile İlgili Yapılan Çalışmalar



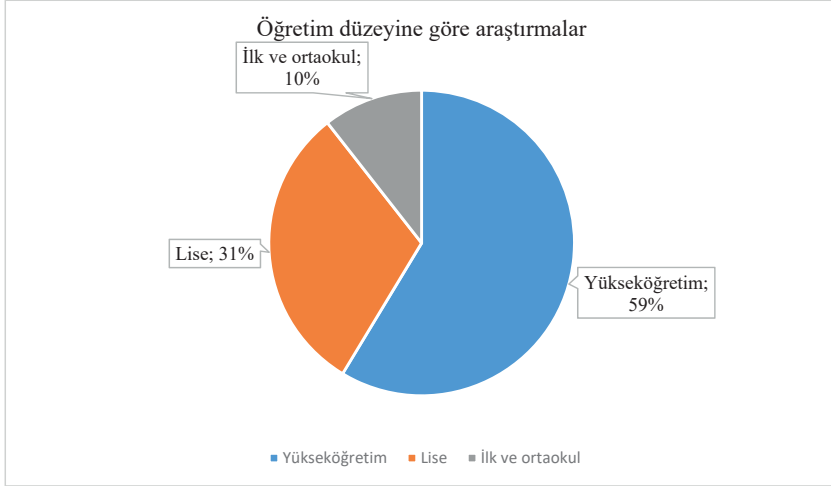
Eğitim bilimlerinde metaverse ile ilgili son 12 yılda yapılan toplam 104 araştırma alanlara göre sınıflandırıldığında % 32 fen bilimlerinde, %24 matematik ve mühendislik eğitiminde, %19 sosyal bilimler eğitiminde olduğu görülmektedir. Sosyal bilimlerin öğretiminde ise tarih, coğrafya ve yabancı dil öğretiminde metaverse ile ilgili araştırmaların yoğunluğu önemli düzeyde artış göstermektedir. Eğitim disiplinlerinde metaverse kullanımının probleme dayalı ve iş birlikli gruplar şeklinde gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Eğitim bilimlerinde metaverse ile ilgili araştırmaların yükseköğretim düzeyinde %59, lise düzeyinde %31 ilköğretim düzeyinde %10 olduğu görülmektedir (Şekil 2).

Son yıllarda özellikle lise düzeyinde metaverse'in etkin kullanılabilmesi için araştırmalar artış göstermeye başlamıştır.

Şekil 2

Metaverse ile İlgili Araştırmaların Öğretim Düzeyine Göre Sınıflandırılması

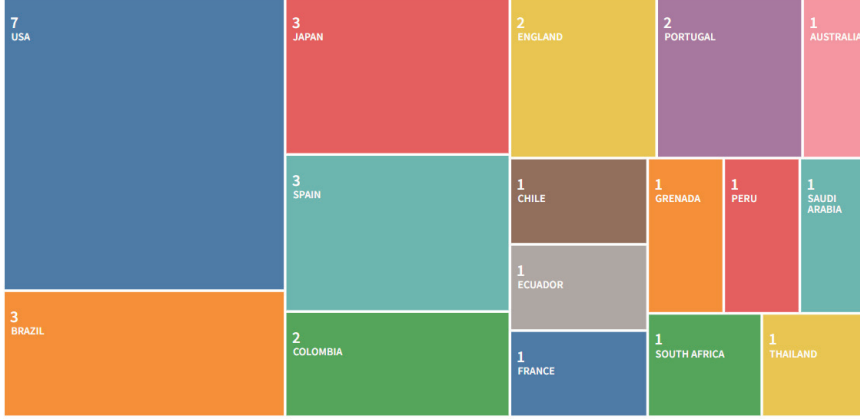


Metaverse ile ilgili araştırmalar eğitim düzeylerine göre sınıflandırıldığı zaman yoğunluğun yükseköğretimde olduğu görülmektedir. Son yıllarda liselerde fizik, kimya ve biyoloji derslerinin anlatımında ve bu ders konuları ile ilgili gözlem ve deneylerde metaverse kullanımı ile ilgili önerilerin arttığı araştırmalarda ortaya konulmaktadır.

WOS'da yayımlanan araştırmaların %30'u ABD'de, %12'ser araştırmanın da Japonya, Brezilya ve İspanya'da gerçekleştirildiği görülmektedir (Şekil 3).

Şekil 3

Metaverse ile İlgili Yapılan Araştırmaların Ülkelere Göre Sınıflandırılması

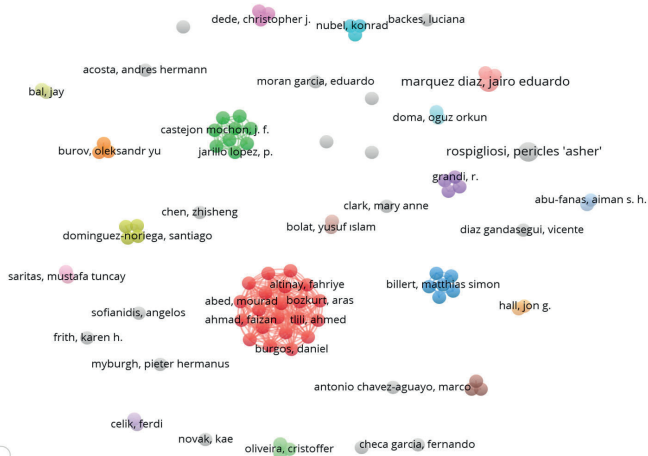


Eğitimde metaverse kullanımı ile ilgili araştırma yapan yazarlar incelendiğinde iki yazarın ikişer çalışması olduğu, diğer yazarların ise birer çalışmaları olduğu görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki yazarların 2022 yılında bu alanda araştırmalara yoğunlaştıkları görülmektedir.

Metaverse araştırma konusu son yıllarda popüler olmaya başladığı için grup yazarları arasındaki ilişkinin oldukça zayıf olduğu görülmektedir (Şekil 4).

Şekil 4

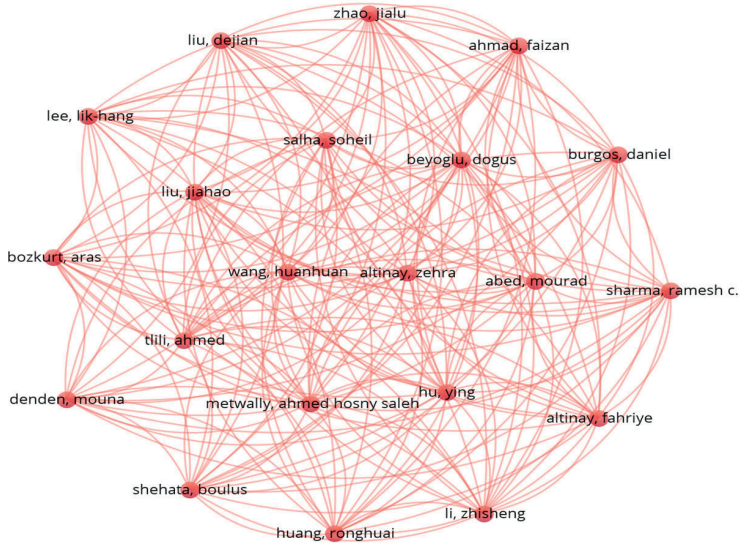
Ortak Yazarların Araştırmalardaki Merkezi Dağılımı



Tüm araştırmacıların birbirlerinden bağımsız olarak birbirlerine atıflarda buldukları, bu alanda henüz ana kaynak özelliği taşıyacak ve atıfların yoğunlaştığı eserin olmadığı görölmektedir (Şekil 5).

Şekil 5

Metaverse'in Eğitimde Kullanımı ile İlgili Yazar Ortak Atıf Kümelerini Gösteren Ağ Haritası



Fen Öğretiminde Metaverse Kullanımının Öneme Yönelik Görüşler

Fen bilimleri kapsamında metaverse destekli öğretimin öneme yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3*Fen Öğretiminde Metaverse'in Önemine Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri*

Tema	Kategori	Kod	f
Uzun süreli	Alternatif öğrenme ortamı	Yeni bakış açısı	12
		Fırsat eşitliği	9
		Teknoloji gelişimi	9
		Olumlu tutum	8
	Genellenebilir öğrenme ortamı	Öğrenmenin yaygınlaştırılması	14
		Halk eğitim merkezleri	7
		Fiziki engellerin kalkması	7
		Alternatif CERN	6
Kısa süreli	Alternatif öğrenme ortamı	Hızlı öğrenme	13
		Sınavlara katkı	9
		Motivasyon	8
	Genellenebilir öğrenme ortamı	Deney ve gözlem	15
		Anlık soru çözümü	6
		Yaşam boyu öğrenme	5

Tablo 3 incelendiğinde öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımının önemi-ne yönelik görüşlerinin çoğunlukla alternatif ve genellenebilir öğrenme ortamları ile ilgili yeni bakış açılarının ortaya konulması, fırsat eşitliğinin sağlanması ve teknolojik gelişime öncülük etmesi ile ilgili olduğu görülmektedir. Öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımının önemine yönelik görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

“T11: Covid 19 sürecinde öğretmenler olarak yeni bir problemle yüzleştik. Bu problemle baş edebilmek için alternatif ve yenilikçi bakış açılarının ortaya konulması gerekliydi. Yeniliğe açık olan ve hızlı karar verebilme yeterliliğine sahip olan öğretmenler merkezi yöneticilerden çok daha hızlı davranarak öğrencilerini daha kısa sürede bu sürece hazırladılar. Gelecek nesillerin bu kazanımlardan uzak kalmaması için metaverse teknolojisine ve öğretimde etkin kullanımına kesinlikle ihtiyaçları bulunmaktadır.”

“T2: EBA kullanımı sayesinde Türkiye’de tüm okullarda etkileşimli akıllı tahta kullanımı yaygınlaşmıştır. Taşrada yaşayan öğrenciler deney ve gözlem yönünden şehirlerdeki öğrencilerden ve sınavla öğrenci alan okullardaki bazı teknolojik imkanlardan faydalanamamaktadırlar. Metaverse’in eğitimde etkin olarak kullanılması öğrenciler arasında fırsat eşitliğine önemli düzeyde katkı sağlayacaktır.”

Fen Öğretiminde Metaverse Destekli Eğitimin Sınırlılıklarına Yönelik Görüşler

Fen bilimleri kapsamında metaverse destekli öğretimin sınırlılıklarına yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4

Fen Öğretiminde Metaverse'in Sınırlılıklarına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri

Tema	Kategori	Kod	f
Teknolojik	Altyapı	Metaverse ekosistemi	18
		Teknolojik altyapı	18
		Maliyet	16
	Sınıf içi	Eşit erişim problemi	8
		Teknolojik problemler	7
		Her öğrenciye eşit imkân	7
		Amaç dışı etkinlikler	6
		Teknoloji-öğretim etkileşimi	6
		Bilişim sınıfı	5
		Pedagojik	Teknoloji kullanımı
Öğretmenlerin teknolojik yeterliliği	18		
İhtiyaç hissetme	13		
Öğrenme	Sınav		10
	Pedagojik yeterlilik		11
	Yenilikçi teknoloji-öğrenme ilişkisi		110

Tablo 4 incelendiğinde öğrenci ve öğretmenlerin öğretim amaçlı olarak metaverse kullanımında en önemli sınırlılıklar, teknolojik altyapının maliyetleri, tüm öğrencilerin bu ileri teknolojiye erişim imkânları ve pedagojik yönden öğrenci ve öğretmenlerin bu teknolojiyi öğretimsel amaçlara yönelik olarak kullanabilme yeterlilikleri olduğu görülmektedir. Öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımının sınırlılıklarına yönelik görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

“T14: Metaverse destekli fizik öğretimi özellikle ileri teknoloji gerektiren sensörlerle ölçümlerin yapıldığı ve uzay ile ilgili gözlemlerin yapıldığı yeni nesil teleskopik gözlemlerin olduğu konularda oldukça faydalı olacaktır. Ülkemizde özellikle kırsal kesimlerde teknolojiye erişim olanaklarının daha kısıtlı olduğunu, bazı hususlarda fırsat eşitsizliği olabildiğini Covid-19 sürecinde yaşamıştık.”

“T1: Metaverse sadece teknolojik maliyetlerin karşılanarak elde edilebileceği bir meta olarak kabul edilemez. Bu teknolojiyi öğretimsel amaçlarla kullanabilecek öğretmenlerin teknoloji okur-yazarlığı da ileri düzeyde olmalıdır. Ülkemizde teknoloji okur-yazarı öğretmen oranının sınırlılığı özellikle Covid 19 sürecindeki teknoloji destekli uygulamalarda öğrenme sürecini olumsuz etkilemiştir.”

Fen Öğretiminde Metaverse Destekli Öğretimin Avantaj ve Dezavantajlarına Yönelik Görüşler

Fen öğretiminde metaverse destekli öğretimin avantaj ve dezavantajlarına yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5

Fen Öğretiminde Metaverse’in Avantaj ve Dezavantajlarına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri

Tema	Kategori	Kod	f
Avantaj	Teknolojik	Genişletilmiş gerçeklik	15
		Sanal gerçeklik	15
		Artırılmış gerçeklik	15
		Yeni nesil teknoloji	12
		Cari fazla	4
	Pedagojik	Yeterlilik duygusu	19
		Fırsat eşitliği	16
		Motivasyon	16
		Bilgide kalıcılık	5
Dezavantaj	Teknolojik	Teknolojik bağımlılık	20
		Gerçek-sanal ilişkisi	9
		Fizyolojik etki	9
		Psikolojik yalnızlık	8
		Benmerkezcilik	4
	Pedagojik	Üniversite yerleştirme sınavı	12
		Okul sınavları	6
		Öğrenci ihtiyacı ile örtüşme	5
		Uygulanabilirlik	5
		Öğrenci seviyesine uygunluk	5
Merkezi sınavlar ile örtüşme	2		

Tablo 5 incelendiğinde öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımının avantaj ve dezavantajlarına yönelik görüşlerinin teknolojik ve pedagojik yönden ön plana çıktığı görülmektedir. Öğretim teknolojilerinde XR, VR ve AR uygulamalarının etkin olarak kullanılması fiziki dünyada öğrencilerin ulaşamayacağı etkinliklere fiziki dünyaya en yakın ortamlar olan bu uygulamalarla ulaşmaları sağlanmış olmaktadır. Metaverse uygulamalarının fen bilimleri öğretiminde sıklıkla kullanımının teknolojiye bağımlılık yanında gerçek dünya problemleri ile sanal dünya ilişkisinin ayırt edilemeyeceği düzeylerde problemlerin ortaya çıkmasına sebep oluşturabilecektir. Öğrenci ve öğretmenlerin metaverse kullanımının avantaj ve dezavantajlarına yönelik görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

“T6: XR, VR ve AR gibi uygulamalar yardımı ile Kimya dersinin öğretimi çok daha zevkli ve kalıcı olur. Sosyal medya gibi amaç dışı kullanılması durumunda ise teknolojik bağımlılığa öğrencileri kendi elimizle teslim etmiş oluruz.”

“T9: Son teknolojinin fen bilimleri derslerinde kullanılması artık kaçınılmaz olmuştur. Öğrencilerin derslere katılımlarını etkin sağlayabilmek için ilgilerine hitap eden teknolojileri kullanmamız kaçınılmazdır. Metaverse’in Biyoloji dersinde kullanımını tüm öğrencileri derslerde motive edecektir. Bilgilerin daha kısa sürede ve kalıcı olarak öğrencilere aktarımında önemli rol üstlenecektir. Öğrencilerde teknolojik bağımlılık ve fizyolojik rahatsızlıklar kaçınılmaz olarak oluşacaktır.”

Fen Öğretiminde Metaverse Kullanımı Hangi Konuların Öğretiminde Daha Etkili Olduğuna Yönelik Görüşler

Fen öğretiminde metaverse destekli öğretimin hangi konuların öğretiminde daha etkili olacağına yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6

Fen Öğretiminde Metaverse’in Konu Uyumluluğuna Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri

Tema	Kategori	Kod	f
Fizik	Teorik	Atomlardan kuarklara	14
		Modern fizik	14
		Elektrik ve manyetizma	13
		Astrofizik	13
		Kuvvet hareket	12
	DeneySEL	Elektrik ve manyetizma	19
		Optik	18
		Enerji	13
		Kuvvet-hareket	11
		Basınç	10
		Atom fiziği	10
		Modern fizik	4
		Biyoloji	Teorik
Sistemler	17		
Biyoteknoloji ve gen mühendisliği	11		
Hücre	10		
DeneySEL	Fotosentez ve kemosentez		10
	Kalıtım		16
	Sistemler		14
	Fotosentez ve kemosentez		6

Kimya	Teorik	Atomun yapısı	19
		Organik kimya	17
		Kimyasal bileşikler	15
		Kimya ve elektrik	14
		Karbon kimyasına giriş	14
	Deneyssel	Organik kimya	12
		Atom ve yapısı	10
		Tepkimelerde hız ve denge	10
		Asitler, bazlar ve tuzlar	9

Tablo 6 incelendiğinde metaverse destekli fizik, kimya ve biyoloji konularının etkili öğretimi için deneysel ve teorik olarak iki kategori ortaya çıkmaktadır. Fizik, kimya ve biyoloji derslerinde soyut, mikro ve makro boyutta gözlemlenmesi ve deney olanağı az olan konularda metaverse destekli öğretimin etkili olabileceği ortaya çıkmaktadır. Öğrenci ve öğretmenlerin liselerde fen bilimleri derslerinde metaverse kullanımının hangi konularda daha etkili olacağına yönelik görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

“S10: Metaverse destekli fizik öğretimi soyut ve gözlemlenmesi zor olan konularda etkili olabileceğini düşünüyorum. Merkezi olarak CERN türü bir laboratuvar da uzman bir ekip tarafından deneyler yapılacak ülkenin her tarafından öğrenciler avaturları aracılığı ile bu deneylere etkileşimli bir ortamda katılım sağlayacaklardır. Atom fiziği, astronomi, modern fizik ve elektrik-manyetizma konularının öğretiminde metaverse destekli öğretimin sağlanması faydalı olacaktır.”

“T13: Kimya konularını öğretirken, çoğunlukla deneylerin tehlike oluşturabileceğinden dolayı konuları teorik anlatıp geçmek zorunda kalıyorum. Asitler, bazlar ve tuzlar, organik kimya ve atomun yapısı gibi deney ve gözlemlerde merkezi olarak deneylerin yapılması ve tüm öğrencilerin avaturları aracılığı ile katılım sağlamasını dört gözle bekliyorum.”

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma bulgularına dayalı olarak eğitim bilimleri kapsamında uluslararası alan yazında metaverse uygulamalarına yönelik çalışmaların sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. Özellikle son dört yıl içerisinde eğitim bilimleri alanında metaverse ile ilgili araştırmaların teknolojik yönden gelişmiş ülkelerde yoğunluk kazanması ülkemiz içinde önemli bir fırsat sunmaktadır. Fen bilimleri, matematik ve mühendislik eğitimi ile ilgili yükseköğretim düzeyinde araştırmalar yoğunlaşmasına karşılık lise düzeyinde fen bilimleri alanında çalışmalar sınırlı düzeyde kalmıştır. Alan yazından elde edilen bilgilerden, yükseköğretim düzeyinde metaverse ile ilgili fen bilimleri kapsamındaki araştırmaların yoğun olarak ileri düzeyde yetkinlik ve yeterlilik ge-

rektiren konularda olduğu veya deney-gözlem imkânlarının sınırlı olduğu konu ve kavramların öğretiminde sıklıkla kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Tlili ve diğerleri (2022) araştırmalarında metaverse ile ilgili araştırmaların yükseköğretim düzeyinde fen bilimleri alanında yoğunluk kazandığını, lise düzeyinde ve özel gereksinimli bireylere yönelik araştırma eksikliği olduğunu ortaya koymuştur. Kervibulvech (2022) araştırmasında, metaverse ve dijital oyunlar yardımı ile etkinlikler geliştirip sağlık eğitimi üzerinde materyaller geliştirip uygulamanın pandemi dönemi ve fiziki olarak okullardan uzak kalınması durumlarında yüzyüze eğitime en yakın başarının elde edilebileceğini ortaya koymaktadır. Hwang ve Chien (2022) araştırmalarında, metaverse temelli eğitimin sunduğu olanaklara bakıldığında uygulama ve araştırmalarda oldukça eksiklik yaşandığı, bu durumun giderilmesi adına fen bilimleri alanında araştırmaların öncülük etmesi gerektiği ortaya konulmaktadır. Araştırmada ulaşılan sonuçlar ile alan yazından elde edilen sonuçlar, alan yazında fen eğitiminde araştırma boşluğu ve ihtiyacı olması noktasında benzerlik göstermektedir.

WOS’da bibliyometrik analiz kapsamında metaverse’in eğitimde kullanımı ile ilgili yazar ortak atıf kümelerini gösteren ağ haritası incelendiğinde araştırmaların son dört yılda yoğunlaşmasından dolayı merkezi yazar atıf kümeleri oluşmamış ve bu alanda önemli araştırma boşluğu meydana gelmiştir. Bu kapsamda araştırmaların gelişmiş ülkelerde yoğunlaştığı, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde metaverse tabanlı eğitim uygulamalarında uluslararası düzeyde nadir araştırmaların bulunması önemli bir fırsat olarak görülmektedir. Türkiye’de metaverse tabanlı eğitimle ilgili ulusal düzeyde teorik düzeyde araştırmalar bulunmasına karşın fen bilimleri gibi teknolojiye temel teşkil eden ve soyut, mikro ve makro düzeyde konu ve kavramların yoğunlukta olduğu disiplinlerde yol gösterici çalışmaların bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Kimmons ve diğerleri (2021) araştırmalarında giyilebilir cihazlar, yüksek hızlı bilgisayarlar-ağları ve algılama teknolojileri gibi metaverse ile ilgili teknolojilerin hızla gelişmesi nedeniyle, metaverse temelli uygulamaları eğitim amaçlı kullanmanın kaçınılmaz olduğunu dile getirmişlerdir. WOS ve TR dizinde metaverse ile ilgili araştırmaların son yıllarda artış göstermesi bu alanda uygulama ve teoriye yönelik çalışmaların daha da artacağını ortaya koymaktadır.

Metaverse temelli uygulamalar son on yılda sosyal, ekonomik, kültür, sağlık, turizm, oyun ve müzik gibi pek çok alanda ivmeli bir yükseliş ortaya koymuştur. Oyun sektöründe metaverse etkileşimli ve avatarları aracılığı ile katılım sağlayanların %90’dan fazlası 16 yaş altı bireylerden oluştuğu dikkate alındığında, metaverse uygulamaları ilkökul, ortaokul ve liselerde etkin kullanımı kaçınılmaz olmuştur. Araştırma bulgularından hareket edilerek, metaverse temelli fen bilimleri öğretiminin yüz yüze öğretimin yanında eşzamanlı veya alternatif öğrenme ortamı olarak geliştirilip

amaçlı şekilde uygulanması ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Metaverse destekli fen eğitimi yeni bir bakış açısı ortaya koyarak öğrenme gücünü çeken, fiziki olarak nitelikli eğitim ortamlarından uzak kalmak zorunda kalan veya özel gereksinimli olan öğrenciler için fırsat eşitliği oluşturacak önemli bir vizyon ortaya koyacaktır. Fen bilimleri kapsamında metaverse uygulamaları sonucunda uzun süreli metaverse teknolojisi kullanımı yardımı ile soyut ve karmaşık fen konularına karşı olumlu tutumlar gelişecek, gelecek on yıllarda ülkenin kalkınması ve ileri teknoloji ürünlerinde öncü olabilmek adına önemli temel oluşturacaktır. Tlili ve diğerleri (2022) araştırmalarında eğitimde metaverse kullanımının henüz yeni olmasına karşın, eğitim bilimleri kapsamındaki tüm alanlarda çalışmalar yürütülmeye başlandığını ortaya koymaktadır. Fiziksel ve zihinsel engellerden dolayı akranları ile aynı ortamda eğitimden uzak olan özel gereksinimli bireylere yönelik metaverse destekli uygulamaların öncelikli olması gerekirken böyle bir araştırmanın hiç olmaması fırsat eşitliği sağlanması adına bu alanda çalışma yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Özel gereksinimli öğrencilere yönelik alan yazında bilgisi bu çalışmada ulaşılan metaverse destekli fen eğitiminin fırsat eşitliğini sağlayıcı yeni ve sistematik bakış açısı sunmasının önemine yönelik sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Yaşam boyu öğrenmeyi destekleyici metaverse temelli uygulamaların toplumun ihtiyaç ve ilgileri de dikkate alınarak bireylere sunulması ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. Metaverse temelli fen uygulamalarının halk eğitim merkezleri öncülüğünde toplumun farklı sosyoekonomik yapısındaki bireylere ulaştırılması, gelecek nesillerin evdeki öğrenme ortamlarında sürekli etkileşim halinde oldukları ebeveynlerinin süreci içselleştirmelerine öncülük edecek, bunun sonucunda öğrencilerin teknolojiye ulaşma süresini kısaltacağı için oldukça önem taşımaktadır. Türkiye’de liselerde öğrenim gören öğrenciler öğrenim süreçleri boyunca sınav merkezli öğrenme ile ilgili problemler yaşamakta ve merkezi sınavlarda başarılı olabilmek için problem yaşadıkları anda öğretmenleri rehberliğinde anlık çözümlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu problemlerin giderilebilmesi için öğretmen ve öğrencilerin avaturları aracılığı ile birebir etkileşim sağlayabildikleri metaverse destekli etkileşimin gerekliliği ön plana çıkmıştır. Daly ve Luo (2022) araştırmalarında eğitimde metaverse uygulamalarının önemli olduğunu fakat öğretimsel amaçlar doğrultusunda öğrenci merkezli ve öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda yürütülmesinin tutum ve başarı yönünden öğrenmeye katkı sağlayacağını ortaya koymuşlardır. Sun (2022) araştırmasında Akıllı öğrenme ortamı oluşturma sürecinde meta evreni, akıllı çevrimiçi öğrenme ortamının mihenk taşı olarak ortaya koymakta, internetin, çeşitli yeni teknolojilerin ve yeni medyanın kullanımı, öğrencilere çok sayıda bilişsel araç ve akıllı destekleyici ortam sağladığı, bunun da fen okuryazarlığı için ön şart olduğu sonucuna varmıştır. Li, Valcke ve Li (2022) araştırmalarında toplumun öngördüğü geleneksel öğretim yapısını, öğrencile-

rin ve öğretmenlerin bakış açıları ile yeni bir öğretim yapısına dönüştürmeyi, “sınıf dışı öğrenme devrimini” teşvik ederek, öğrencilerin kişiselleştirilmiş büyümesine ve entelektüel gelişimine elverişli metaverse temelli sınıf dışı öğrenme ortamlarını teşvik etmektedirler.

Fen bilimlerinde metaverse kullanımının fazla olmasına gerekçe olarak soyut içerikli ve deney imkânlarının tüm ortamlarda gerçekleştirilemeyecek kadar yüksek maliyetli olması gösterilmektedir. Bu durumda deneysel ve gözlemsel yönden maliyetleri karşılayabilen, güvenlik önlemi problemi olmayan ortamlarda gerçekleştirilen deneylerin teknoloji erişimi olan tüm ortamlarda ortamın bir parçasıymış gibi katılım sağlanarak gerçekleştirilmesi özellikle fen öğretiminde öğrencilere ve öğretmenlere önemli düzeyde katkılar sağlamıştır.

Metaverse destekli öğretimsel uygulamaların fen bilimleri derslerinde etkin kullanımında teknolojik ve pedagojik sınırlılıklar bulunmaktadır. Okulların 5G ve 6G alt yapısı oluşturularak metaverse ekosistemine uyumlu hale dönüştürülmesinin maliyeti önemli engel olmaktadır. Ülkelerin eğitim politikaları için ayırabilecekleri bütçelerin sınırlı olması metaverse uygulamalarının yaygınlaşması için sınırlılık oluşturmaktadır. Tarayıcı bulut sistemi, bilgisayarla görü, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, genişletilmiş gerçeklik ve blok zincir teknolojisi, metaverse temelli fen uygulamaları için gereklilik oluşturmaktadır. Hatta tüm bunların sağlanması nitelikli metaverse uygulamalarının fen bilimleri dersleri kapsamında gerçekleştirileceği anlamına gelmemektedir. Bu uygulamaların yüksek maliyet, uzmanlık ve uzun zaman içerisinde geliştirilmeleri metaverse temelli fen uygulamaları için sınırlılık oluşturmaktadır. Farklı sosyoekonomik yapıdaki toplumlarda bireylerin interneti metaverse amaçlı kullanmak bir yana internete erişim sağlamada bile problemler yaşanması her öğrenciye eşit olanakların sağlanması önünde engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Metaverse uygulamalarının devletlerin himayesinde ve eşit olanaklarla tüm öğrencilerin erişimine sunulmaması durumunda fırsat eşitsizliğinin yaşanacak olması önemli bir sınırlılık olacaktır. Araştırma sonuçlarının aksine, Hwang ve Chien (2022) araştırmalarında metaverse uygulamalarının günlük yaşamdaki pahalı fiziksel ekipmanların yerini doldurabilecek maliyeti uygun bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadırlar. Park ve Kim (2022) araştırmalarında, bazı insanların Metaverse’ü VR veya AR gibi dar bir kalıp içerisinde sınırlandırdıklarını oysa Metaverse’in AR veya VR’den paylaşırlı olması, kalıcı olması ve merkezi olması özellikleri ile çok daha fazlası olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Fen öğretiminde metaverse destekli öğretim, teknolojik ve pedagojik yönden ülke geleceğine katkı sağlayabilir. Gelişmekte olan ülkelerin teknoloji devriminde ön plana çıkabilmeleri için eğitimde yenilikçi teknolojiyi öğretimsel amaçlar doğrultu-

sunda etkin olarak kullanmaları gerekir. Günümüzde yenilikçi teknolojiyi eğitimde kullanabileceğimiz platformlardan birisi de metaverse uygulamasıdır. Bu uygulama ile öğretmen-öğrenci arasında gerçek yaşamdaki en yakın etkileşim sağlanmış olmaktadır. Fen öğretimi kapsamında genişletilmiş gerçeklik, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileri bireylerin gerçek avaturları aracılığı ile öğretimsel amaçlarla kullanılması gelecek dönemlerde teknolojiyi benimsemiş bir toplumun inşasına önemli katkı sağlayacaktır. Yeni nesil teknolojiyi benimsemiş ve erken yaşlarda uygulamış lise düzeyindeki bireyler gelecekte daha üst düzeyde teknolojik ürünlerin geliştirilip pazarlanmasında öncü rol üstlenecekler ve ülkelerin mali ve stratejik öncülüğüne katkı sağlamış olacaklardır. Bilim ve teknoloji temelli bu gelişim ülkelerin cari fazla vermelerine de öncülük edecektir. Teknoloji temelli metaverse uygulamalarını fen bilimleri dersleri kapsamında kullanan öğrenci ve öğretmenlerde yeterlilik duygusu geliştirmekte, sınıf ortamlarında gerçekleştirilemeyen üst düzeylerde tecrübe ve maliyet gerektiren deney-gözlem çalışmalarına gerçek avaturları aracılığı ile katılım sağlayarak motivasyon ve fırsat eşitliği oluşmaktadır. Mystakidis (2022) araştırmalarında VR ve AR'nin eğitimde kullanımının gelecekte öğrencilerin beyin-bilgisayar arayüzü teknolojisinin ilerlemesine ve metaverse'in benimsenmesine daha fazla katkı sağlayacağını ortaya koymuşlardır. Hwang ve Chien (2022) araştırmalarında, VR ve AR'nin eğitimdeki mevcut uygulamalarının öğrencilerde kısa süreli deneyimleme etkisi oluşturabildiğini, metaverse'in ise bu durumun aksine kalıcı, duraklatılmayacak otantik bir öğrenme ortamını sağladığını tespit etmişlerdir. Hwang ve diğerleri (2022) araştırmalarında metaverse temelli eğitimin yapay zekâ teknolojisini geliştirerek gelecek nesillerin fen okuryazarı bireyler olmalarına katkı sağlayacağını ortaya koymuşlardır.

Fen bilimleri kapsamında metaverse uygulamaları, günümüz lise öğrencilerinin üst düzeylerdeki teknoloji bağımlılığını destekleyerek öğrencilerin gerçek dünya problemlerinden uzaklaşmasına sebep oluşturacaktır. Avaturları aracılığı ile gerçek dünyanın pek çok alanına aracısız erişim sağlayacak olan bireyler gerçek-sanal arasındaki farkları zihinlerinde azaltarak sosyal bir birey olmalarını gerektiren ve akranları ile iletişimin önemini ortaya koyan değerlerden uzaklaşacaklardır. Zaman içerisinde bedensel ve ruhsal problemler artarak sosyal ve kültürel değerleri alt seviyelere düşmüş bir gelecek ile yüzleşmiş olunacaktır. Üniversite yerleştirmelerinde merkezi sınavları temel alan ülkelerde metaverse destekli fen uygulamalarının öncelikli olarak uygulanması öğrencileri klasik problem çözme etkinliklerinden uzak tutacak, bu durum öğrencilerin acil ihtiyaçları olan hızlı klasik problem çözümü ile örtüşmeyecektir. Bu durum büyük bütçeler harcanarak geliştirilen pek çok metaverse uygulamasının önemini azaltmış olacaktır. Kye ve diğerleri (2021) araştırmalarında eğitimde metaverse uygulamalarında bireylerin kendilerini olduğu gibi değil olmak istedikleri gibi

ortaya koyarak karakter sönümlenmesi gerçekleştirecekleri ve mahremiyet ihlali gibi problemlerin yaşanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Metaverse destekli fen eğitimi ile çevrimiçi ve hibrit öğrenme ortamlarındaki olumsuzluklar en aza indirgenmektedir. Metaverse öğrenme ortamlarında öğrencilerin tıpkı gerçek hayattaki veya sınıf ortamındaki gibi teorik anlatımın yanı sıra, uygulama, deney-gözlem ve XR kullanılarak dersin amaçlarına uygun beceriler kazandırılması hedeflenmelidir (Chen, 2022). Metaverse tabanlı hazırlanacak fen bilimleri ortamlarını tasarlamak için eğitim alanında uzmanlaşmış akademisyenler, tecrübeli öğretmen ve yazılımcılardan oluşan güçlü ekipler oluşturulmalıdır. Bu kıstasları sağlayan ekiplerle yapılacak çalışmalar, ulusal eğitim programlarına uyumu, öğrencilerin bilişsel seviyeleri dikkate alınarak anlaşılma düzeyi ve üst düzeyde gerçeklik kapsamalarını sağlamış olacaktır (Gülen, Dönmez ve Şahin, 2022).

Liselerde fen bilimleri kapsamındaki fizik, kimya ve biyoloji dersleri öğretilirken ileri teknolojik yenilikleri içeren metaverse uygulamasından faydalanmak öğrenmenin niteliğini arttırmaktadır. Fen bilimleri kapsamındaki bu derslerin tüm konularında metaverse uygulamasından yararlanmak yerine teorik ve deneysel içerikteki konuların öğretiminde öğrenme amaçları ve kavramların özelliklerine göre hareket edilmesi daha faydalı olacaktır. Soyut, mikro ve makro kavramların öğretiminde öğrencilerin ilgilerini sürekli tutup bilgilerin kalıcılığını üst düzeylere çıkarabilmek için metaverse uygulamasından faydalanmak etkili bir yaklaşım olacaktır. Fizik dersinde teorik anlatımlarda; atomlardan kuarklara, modern fizik, elektrik-manyetizma ve astrofizik konuları, deneysel etkinliklerde ise elektrik-manyetizma, optik, enerji ve kuvvet-hareket öğrencilerin metaverse destekli uygulamalar ile daha etkili öğrenebilecekleri konulardır. Biyoloji dersinde teorik anlatımlarda; kalıtım, sistemler, biyoteknoloji-gen mühendisliği ve hücre konuları, deneysel etkinliklerde ise kalıtım, sistemler ve fotosentez-kemosentez öğrencilerin metaverse destekli uygulamalar ile daha etkili öğrenebilecekleri konulardır. Kimya dersinde teorik anlatımlarda; atomun yapısı, organik kimya ve kimyasal bileşikler konuları, deneysel etkinliklerde ise organik kimya, atom ve yapısı, tepkimelerde hız-denge öğrencilerin metaverse destekli uygulamalar ile daha etkili öğrenebilecekleri konulardır. Alan yazında her ne kadar soyut içerikli konuların öğretiminde metaverse uygulamalarından faydalanılması faydalı olacağı, öğrenmede kalıcılığı artıracığı ve öğrencilerin soyut, anlaşılması güç konu ve kavramların öğreniminde olumlu tutum gelişmesine öncülük edeceği ortaya kinsa da hangi konuların öğretiminde etkili olacağı ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayalı olarak metaverse destekli fen öğretimi için öneriler şöyle sıralanabilir:

1. Öğretmen ve öğrencilerden elde edilen mülakat bulgularına dayalı olarak, metaverse uygulamalarının nitelikli olarak yürütülebilmesi için üniversite yerleştirme sistemi ile teknoloji temelli metaverse uygulamalarının örtüşmesi sağlanmalıdır.

2. Doküman incelemesi verilerine dayalı olarak, metaverse destekli fen eğitimine yönelik lise düzeyinde uygulama örnekleri henüz alan yazında bulunmamaktadır. Araştırma kapsamında sunulan konularda deney ve kontrol grupları oluşturularak öğrenenlerin öğrenme performansları ve algıları üzerine araştırmaların yürütülmesi faydalı olacaktır.

3. Öğretmen ve öğrencilerden elde edilen bulgulara dayalı olarak, metaverse destekli fen eğitiminin teknoloji boyutunda avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Özellikle bireyleri teknoloji bağımlılığına sürükleyip sosyal bir birey olmasının önüne engeller oluşturmasını engellemek için metaverse uygulamalarını geliştirmeden önce sınırlandırmalar getirilmesi gerekmektedir.

4. Doküman verilerine dayalı olarak, 2020 yılı sonrasında sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetler hızlı bir şekilde metaverse platformuna taşınmaya başlanmıştır. Metaverse, yeni bir sosyal iletişim alanı olarak sonsuz bir potansiyele sahiptir. Geliştirme ve paylaşma üst düzeyde özgürlük sağlayarak benzersiz ve sürükleyici deneyimlere öncülük etmektedir. Bu kapsamda eğitim bilimciler tarafından öğrenciler bilinçli olarak yönlendirilerek yeni nesil teknolojinin amaçlı olarak kullanılmasına öncülük edilmesi sağlanmalıdır.

Kaynakça

- Alam, A. (2022). Platform utilizing blockchain technology for e-learning and online education for open sharing of academic proficiency and progress records. In *Smart Data Intelligence: Proceedings of ICSMDI 2022* (pp. 307-320). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Alam, A., and Mohanty, A. (2022). Metaverse and posthuman animated avatars for teaching-learning process: interperception in virtual universe for educational transformation. In *International Conference on Innovations in Intelligent Computing and Communications* (pp. 47-61). Springer, Cham.
- Analı, K. C., ve Şahin, A. (2020). Kırsal bölgelerde mesleğe yeni başlayan öğretmenlerin mesleki sorunları. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5 (2), 396-414.
- Anderson, J., and Rainie, L. (2022). The metaverse in 2040. *Pew Research Center*.
- Atif Alkan, S., ve Bolat, Y. (2022). Eğitimde metaverse: Bilgilendirici bir literatür taraması. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9 (32), 267-295.

- Bibri, S. E. (2022). The social shaping of the metaverse as an alternative to the imaginaries of data-driven smart Cities: A study in science, technology, and society. *Smart Cities*, 5 (3), 832-874.
- Chen, Z. (2022). Exploring the application scenarios and issues facing Metaverse technology in education. *Interactive Learning Environments*, 1-13.
- Cho, Y., Hong, S., Kim, M., and Kim, J. (2022). DAVE: Deep Learning-Based asymmetric virtual environment for immersive experiential metaverse content. *Electronics*, 11 (16), 2604.
- Daly, S., and Luo, X. (2022). The student-centered metaverse: connecting VR, MR, AR to GEN Z student needs. In *EDULEARN22 Proceedings: 14th International Conference on Education and New Learning Technologies: July 4th-6th, 2022* (pp. 703-703). IATED Academy.
- Dean, B. (2022, 5 Ocak). Roblox user and growth stats 2022. <https://backlinko.com/robloxusers#geographic-distribution-of-roblox-users>
- Eysenbach, G., and Köhler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *Bmj*, 324 (7337), 573-577.
- Fitria, T. N., and Simbolon, N. E. (2022). Possibility of metaverse in education: opportunity and threat. *SOSMANIORA: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 1 (3), 365-375.
- Gao, Y., Lu, Y., and Zhu, X. (2022). Mateverse, the future materials science computation platform based on metaverse. *The Journal of Physical Chemistry Letters*, 14, 148-157.
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, 8 (4), 597-607.
- Gülen, S. , Dönmez, İ., and İdin, Ş. (2022). STEM Education in metaverse environment: Challenges and opportunities. *Journal of STEAM Education*, 5 (2) , 100-103.
- Hwang, G. J., and Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100082.
- Hwang, G. J., Chang, C. C., and Chien, S. Y. (2022). A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning ac-

- hievements, and higher-order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology*.
- Jeon, J. E. (2021). The effects of user experience-based design innovativeness on user-metaverse platform channel relationships in South Korea. *Journal of Distribution Science*, 19 (11), 81-90.
- Kan, S., and Saka, A. Z., (2021). The comparison of problem based and project based learning methods in the teaching of physics. *Croatian Journal of Education*, 23 (3).
- Kan, S., Saka, A. Z., and Batman D., (2019). Investigation of physics teachers' opinions about physics curriculum. *Canadian Journal of Physics*, 97 (11): 1200-1205, <https://doi.org/10.1139/cjp-2018-0735>
- Kemp, J., and Livingstone, D. (2006). Putting a second life “Metaverse” skin on learning management systems. In proceedings of *the second life education workshop at the second life community convention* (Vol. 20). CA, San Francisco: The University of Paisley.
- Kerdvibulvech, C. (2022, June). Exploring the impacts of COVID-19 on digital and metaverse games. In *HCI International 2022 Posters: 24th International Conference on Human-Computer Interaction, HCII 2022, Virtual Event, June 26–July 1, 2022, Proceedings, Part III* (pp. 561-565). Cham: Springer International Publishing.
- Kumaş, A. (2022a). Fizik öğretiminde yaşanan problemlerin fizik zümre toplantıları ve öğretmen görüşleri ile değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1303-1348.
- Kumaş, A. (2022b). Measurement-evaluation applications of context-based activities in hybrid learning environments. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 9(Special Issue), 197-217.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., and Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18.
- Laeq, K. (2022). Metaverse: why, how and what. *How and what*.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... and 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*.

- Li, S., Valcke, M., and Li, X. (2022). A literature review on open-world games to metaverse transition from moral education analysing perspective. *Edulearn22 Proceedings*, 8234-8239.
- Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., and Chao, H. C. (2022). Metaverse in education: Vision, opportunities, and challenges. *arXiv preprint arXiv:2211.14951*.
- Ljungholm, D. P. (2022). Metaverse-based 3D visual modeling, virtual reality training experiences, and wearable biological measuring devices in immersive workplaces. *Psychosociological Issues in Human Resource Management*, 10 (1), 64-77.
- Lv, Z., Shang, W. L., and Guizani, M. (2022). Impact of digital twins and metaverse on cities: History, current situation, and application perspectives. *Applied Sciences*, 12 (24), 12820.
- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y., ... and Iskandar, R. (2022). Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16 (7).
- Metaverse Roadmap Summit. (2006). (n.d.). Elon University. <https://www.elon.edu/u/imagining/event-cover-age/Metaverse/>
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2 (1), 486-497.
- Nalbant, K. G., and Uyanık, Ş. (2021). Computer vision in the metaverse. *Journal of Metaverse*, 1 (1), 9-12.
- Ning, H., Wang, H., Lin, Y., Wang, W., Dhelim, S., Farha, F., ... and Daneshmand, M. (2023). A survey on the metaverse: The state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*.
- Odama, K. (2022). The Metaverse. *The Texas Orator Blog Entries*.
- Özdemir, A., Vural, M., Süleymanoğulları, M., and Bayraktar, G. (2022). What do university students think about the metaverse?. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5 (4), 952-962.
- Park, S. M., and Kim, Y. G. (2022). A Metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *Ieee Access*, 10, 4209-4251.
- Rojas, E., Hülsmann, X., Estriegana, R., Rückert, F., and Garcia-Esteban, S. (2023). Students' perception of metaverses for online learning in higher education: Hype or hope?. *Electronics*, 12 (8), 1867.

- Sanders, W. L., and Horn, S. P. (1998). Research findings from the Tennessee Value-Added Assessment System (TVAAS) database: Implications for educational evaluation and research. *Journal of personnel evaluation in education*, 12, 247-256.
- Sandrone, S. (2022). Medical education in the metaverse. *Nature Medicine*, 1-2.
- Singh, J., Malhotra, M., and Sharma, N. (2022). Metaverse in education: An overview. *Applying Metalytics to Measure Customer Experience in the Metaverse*, 135-142.
- Suh, W., and Ahn, S. (2022). Utilizing the metaverse for learner-centered constructivist education in the post-pandemic era: An analysis of elementary school students. *Journal of Intelligence*, 10 (1), 17.
- Sun, Y. (2022, December). The construction and application of intelligent learning environment. In *2nd International Conference on Internet, Education and Information Technology (IEIT 2022)* (pp. 269-278). Atlantis Press.
- Taçgin, Z. (2022). Chapter VI Defining The metaverse. *enhanced learning environments: Technology and Innovation*, 173.
- Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., ... and Burgos, D. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9 (1), 1-31.
- Türel, Y. K., Akgün, K., Aydın, M., and Yaratan, A. S. (2020). Examination of Technology Policies in Education of Far East Countries, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21 (1), 48-61.
- Van Eck, N., and Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, 84 (2), 523-538.
- Wang, M., Yu, H., Bell, Z., and Chu, X. (2022). Constructing an Edu-metaverse ecosystem: a new and innovative framework. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15 (6), 685-696.
- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T. H., and Shen, X. (2022). A survey on metaverse: Fundamentals, security, and privacy. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- Yang, Q., Zhao, Y., Huang, H., Xiong, Z., Kang, J., and Zheng, Z. (2022). Fusing blockchain and AI with metaverse: A survey. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 3, 122-136.

- Yildirim, A. ve Şimşek, H. (2016). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin.
- Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zhong, J., and Zheng, Y. (2022, July). Empowering future education: Learning in the Edu-Metaverse. In *2022 International Symposium on Educational Technology (ISET)* (pp. 292-295). IEEE.
- Zhou, Y., Xiao, X., Chen, G., Zhao, X., and Chen, J. (2022). Self-powered sensing technologies for human Metaverse interfacing. *Joule*, 6 (7), 1381-1389.

Ekler

Ek 1.

Öğrenciler için mülakat soruları

1. Fen bilimleri kapsamındaki fizik, kimya ve biyoloji dersleri olan günlerde okula gidemediğinizde veya anlamadığınız bir konuyu anlamak için ne tür dijital platformlar kullanırsınız?
2. Konuların ve deneylerin XR, VR ve AR gibi uygulamalarla desteklenen platformlarda öğretildiğini düşünün. Bunun öğrenmeniz üzerindeki etkisini nasıl tanımlarsınız?
3. Deney ve gözlem olanakları üst düzeyde olan ortamlarda fen bilimleri derslerine sanal gerçeklik teknolojisi ve bir avatarınız aracılığı ile katılabilme durumunuz olsaydı ders işleme süreci nasıl olurdu?
4. Sanal sınıflarda XR, VR ve AR gibi uygulamalarla desteklenen bir uygulama standart eğitime göre kıyaslandığında ne tür avantaj ve dezavantajlar oluşturur?
5. Fiziki ortamlardan bağımsız esnek bir öğrenme ortamında katılacağınız fen dersi ile fiziki olarak belirlenmiş bir ortamda katılacağınız fen bilimleri derslerini karşılaştırırmısınız? Öğretmen ve öğrencilerin rolleri neler olabilir?
6. Metaverse destekli fen eğitiminin ülke genelinde uygulanması, öğrencilerin fen öğreniminde fırsat eşitliği sağlamaya yönelik nasıl bir katkı sağlar?
7. Fizik dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünürsünüz?
8. Kimya dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünürsünüz?

9. Biyoloji dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

10. Fen öğretiminde metaverse tabanlı bir yöntem kullanılması durumunda yaşanabilecek olumsuzluklar neler olabilir?

Ek 2.

Öğretmenler için mülakat soruları:

1. Öğrencilerin öğrenme stillerinin değiştiğini düşünüyor musunuz? Yani öğrencilerin bilgiye ulaşmada okul veya dijital platformlardan hangisinden daha çok yararlandığını düşünüyorsunuz?

2. Öğrencilerin fizik, kimya ve biyoloji derslerinde anlamadığı bir konuyu ne tür dijital platformlar kullanarak öğrendiğini gözlemlediniz? Bu platformların yararlı olduğunu düşünüyor musunuz?

3. Öğrencilerin deney ve gözlem olanakları üst düzeyde olan ortamlarda fen bilimleri derslerine sanal gerçeklik teknolojisi ve bir avatar aracılığı ile katılabilme durumu olsaydı ders işleme süreci nasıl olurdu?

4. Sanal sınıflarda XR, VR ve AR gibi uygulamalarla desteklenen bir uygulama standart eğitime göre kıyaslandığında ne tür avantaj ve dezavantajlar oluşturur?

5. Fiziki ortamlardan bağımsız esnek bir sanal öğrenme ortamda yapılacak fen dersi ile fiziki olarak belirlenmiş bir ortamda katılacağınız fen bilimleri derslerini karşılaştırıyor musunuz? Öğretmen ve öğrencilerin rolleri neler olabilir?

6. Metaverse destekli fen eğitiminin ülke genelinde uygulanması, öğrencilerin fen öğreniminde fırsat eşitliği sağlamaya yönelik nasıl bir katkı sağlar?

7. Fizik dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

8. Kimya dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

9. Biyoloji dersleri için metaverse destekli eğitim uygulamalarının hangi konularda çok yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

10. Fen öğretiminde metaverse tabanlı bir yöntem kullanılması durumunda yaşanabilecek olumsuzluklar neler olabilir?