

Öğretmen adaylarının bir Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimleri*

Gülcan ÖZTÜRK^{1,**}, Kıvanç TOPRAKLİKOĞLU^{2***}

¹Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi Eğitim Bil. Böl. Öğretim Tek. Anabil. D., Balıkesir.

²Balıkesir Üniversitesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Çağış kampüsü, Balıkesir.

Geliş Tarihi (Received Date): 01.08.2025

Kabul Tarihi (Accepted Date): 23.02.2026

Öz

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelerinin eğitime kazandırdığı öğretme-öğrenme süreçlerinin geleneksel yapısını dönüştürebilecek dijital teknolojilerden biri de Metaverse'tür. Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen bir Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi yaşayan öğretmen adaylarının Metaverse uygulamasının matematik öğretimine uygulanabilirliği hakkındaki görüşlerini analiz etmek amaçlanmıştır. Durum çalışması deseni ile tasarlanan çalışma, Türkiye'nin batısında bulunan bir üniversitedeki eğitim fakültesinin matematik öğretmenliği programında öğrenim gören 20 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Katılımcılar araştırmacılar tarafından geliştirilen bir Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi yaşamışlardır. Yaşadıkları deneyimle ilgili olarak katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler sonucu ulaşılan veriler, içerik analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın katılımcıları, Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkında olumlu görüşler olarak etkileyici olma, öğrenmeye faydalı olma, öğrenmeyi kolaylaştırma ve eğlenceli olma şeklinde görüşler belirtmişlerdir. Katılımcıların ifade ettikleri olumsuz görüşler ise sağlık ile ilgili sorunlar ve cihaz ile ilgili sorunlar şeklindedir. Çalışmanın katılımcılarının Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye katkısı hakkındaki görüşleri; öğrenme süreci, akademik başarı ve okuryazarlık, duyuşsal katkılar şeklindeyken matematik öğretmeye katkısı hakkındaki görüşleri; öğretim süreci, akademik başarı, sosyal ve duyuşsal katkılar, sınırlılıklar şeklindedir. Çalışma sonucunda gelecek araştırmalara yönelik öneriler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sanal gerçeklik, Metaverse, matematik eğitimi, deneyim, görüş, öğretmen adayı.

* Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen 2022/067 numaralı bilimsel araştırma projesinin bir parçasıdır ve 26-29 Ağustos 2025 tarihlerinde Ayvalık/Balıkesir'de düzenlenen ICETOL-5th International Conference on Educational Technology and Online Learning'te sunulan sözlü özet bildirinin genişletilmiş halidir.

** Gülcan ÖZTÜRK, ozturkg@balikesir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4399-1329>

*** Kıvanç Topraklıkoğlu, kivanc.topraklikoglu@balikesir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7015-3278>

Pre-service teachers' experiences of learning mathematics with a Metaverse application

Abstract

Among the digital technologies that have the potential to transform the conventional paradigm of teaching-learning process through advancements in information and communication technologies, the Metaverse stands out as a significant example. This study aims to analyze the opinions of pre-service teachers who have experienced mathematics learning through a Metaverse application in a virtual reality environment regarding applicability of the Metaverse application to mathematics education. The study, designed as a case study, was carried out with 20 pre-service teachers enrolled in the mathematics teaching program of the education faculty at a university in the west of Türkiye. The participants experienced a mathematics learning experience using the Metaverse application developed by the researchers. Semi-structured interviews were conducted with the participants regarding their experiences. The data obtained from the interviews were analyzed using content analysis. The participants in the study expressed positive opinions about the mathematics learning experience with the Metaverse application, stating that it was impressive, beneficial to learning, facilitated learning, and enjoyable. The negative opinions expressed by the participants were related to health issues and device-related problems. The participants' opinions on the contribution of the Metaverse application to mathematics learning were related to the learning process, academic achievement and literacy, and emotional contributions. Their thoughts on its contribution to mathematics teaching were related to the teaching process, academic achievement, social and emotional contributions, and limitations. Recommendations for future research were made as a result of the study.

Keywords: Virtual reality, Metaverse, mathematics education, experience, opinion, pre-service teacher.

1. Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, öğretme-öğrenme süreçlerinin geleneksel yapısını dönüştürebilecek çeşitli dijital araçları eğitime kazandırmıştır [1]. Mobil öğrenme, sosyal ağlar ve ters-yüz öğrenme gibi öğretim yöntemleri ile yüz yüze öğretim ve uzaktan veya sanal öğretim için sayısız olanak sunulmaya başlanmıştır. Böylece, dinamik ve etkileşimli öğrenme ve öğretme süreçlerine uygun yeni ve etkili teknolojilerin araştırma alanı ortaya çıkmıştır [2]. Yeni ve etkili teknolojilerden biri de Metaverse'tür. Ng vd. (2022) Metaverse'ü bir sonraki nesil internet olarak tanımlamakta ve kullanıcıların avaturları aracılığıyla birbirleriyle veya nesnelerle gerçek zamanlı olarak etkileşimde bulunabildiği sanal bir dünya olduğunu belirtmektedir [3]. Metaverse, eğitim ve öğretime sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının entegre edilmesiyle öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır [4, 5]. Metaverse, öğrencilerin daha etkileşimli, sürükleyici ve kullanıcı merkezli bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlamaktadır ve öğrenci başarısını ve motivasyonunu artırmak için potansiyel taşımaktadır [6]. Metaverse'ün etkisi, sosyal etkileşim özellikleri ve gerçekçi kişiselleştirilmiş kullanıcı deneyimi üzerinde yoğunlaşmaktadır [3]. Araştırmacılar

öğretme ve öğrenme ortamlarında Metaverse kullanıcılarının memnuniyet düzeylerini, düşüncelerini ve algılarını belirlemek için çalışmalar yapmaktadırlar [7].

Metaverse, sanal gerçeklikten farklı olarak sosyal anlam ve daha sürdürülebilir içerik içeren etkili yönü nedeniyle, kullanıcıların etkileşimde bulunabileceği ve işbirliği yapabileceği geniş bir sosyal alan sunmaktadır [5]. Metaverse, sadece sanal bir alan oluşturmakla kalmaz, kullanıcılarla etkileşim sağlayarak sürükleyici bir deneyim sunar. Metaverse'ün sürükleyici bir deneyim sunma özelliği, eğitim ve öğretim alanında özellikle matematik öğretme ve öğrenme deneyimlerini dönüştürebilir [8, 9]. Metaverse, eğitim ve öğretimde yenilikçi yaklaşımlar sunarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve ilgi çekici hale getirebilir. Örneğin, sanal sınıflar ve laboratuvarlar, öğrencilerin karmaşık matematiksel kavramları daha kolay anlamalarını sağlayabilir [10]. Ayrıca, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilen öğrenme ortamları sunarak, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri yaratabilir. Ancak, Metaverse ile bağlantılı sanal gerçeklik, özgün olandan kopma riskini de beraberinde getirebilir [11]. Bu durum, öğrencilerin gerçek dünya ile olan bağlarını zayıflatır ve sosyal izolasyona yol açabilir [12]. Ayrıca, Metaverse'ün sunduğu fırsatlar kadar, bu teknolojinin eğitim ve öğretimdeki kullanımıyla ilgili güvenlik ve gizlilik endişeleri de dikkate alınmalıdır [6]. Etkileşim, sosyalleşme ve çalışma şeklimizi değiştireceği öngörülen Metaverse'ün öğrenme ortamları ve öğrenme deneyimleri için sunduğu yeni ve esnek fırsatlar, muhtemel riskleriyle birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir [13]. Bu bağlamda, Metaverse'ün matematik öğretme ve öğrenme deneyimlerine olan etkisi, gelecekteki öğretim modellerinin şekillendirilmesinde önemli bir rol oynayabilir.

Matematik derslerinde Metaverse teknolojisinin kullanımına ilişkin alanyazın incelendiğinde çeşitli çalışmalar yapıldığını görülmüştür [8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Günümüzdeki Metaverse kavramı 2021 yılında duyurulmuş olmasına rağmen daha önce de bilimkurgu kitaplarında yer almıştır. 1981 yılında Vernor Vinge'nin "True Names" adlı romanında ve 1992 yılında Neal Stephenson'un "Snow Crash" adlı romanında Metaverse kavramı kullanılmıştır [21]. Ayrıca William Gibson 1984 yılında yayımladığı "Neuromancer" adlı bilimkurgu romanında Metaverse kavramını "siber uzay" olarak ifade etmiştir [22]. 2003'te kullanıma sunulan "Second Life" oyunu, Metaverse'ün ilk örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir [23]. Bu nedenle alanyazında 2021 öncesinde öğretimde Metaverse kullanımıyla ilgili çalışmalar da yer almaktadır. Louro ve Fraga (2010), Metaverse'ün duygusal ve estetik hesaplamalara etkisini keşfetmeyi amaçlamış ve üç boyutlu yazılımların kullanımını incelemiştir [24]. Flanagan vd. (2011), fizik, matematik ve sanatın sanal dünyalardaki yansımalarını tartışmış ve bilimin yaygınlaşmasında sanal dünyaların önemli bir araç olduğunu belirtmiştir [18]. Tonéis (2011), bulmacaların bilişsel özelliklerine odaklanarak Metaverse'ün yaratıcılığı geliştirme sürecini incelemiş ve hatalarla öğrenmenin önemini vurgulamıştır [19]. Barry vd. (2015), sanal problemler içeren öğrenme ortamının öğrencilerin göz kırpmı davranışlarına etkisini incelemiş ve öğrencilerin bu ortamda daha fazla keyif aldığını tespit etmiştir [16]. Reyes (2020), artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenci performansını desteklediğini ve sınıfta bu teknolojilerin kullanımının arttığını belirtmiştir [8]. Alvaro Farfan vd. (2020), Open Sim uygulaması ile öğretim yapılan öğrencilerin başarılarında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış olduğunu bulmuştur [15]. Topraklıkoğlu ve Öztürk (2023a), Metaverse'ün eğitimde dönüşüm yaratma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamış ve bu teknolojinin avantajlarını ve dezavantajlarını tartışmıştır [9]. Eşin ve Özdemir (2022), Metaverse'ün matematik öğretiminde kullanılabilirliği hakkında öğretmenlerin olumlu görüşlere sahip olduklarını

ve bu teknolojinin geometride somutlaştırma için yararlı olduğunu düşündüklerini belirtmiştir [17]. Wu vd. (2023), matematik öğretiminde Metaverse’ün olası avantajlarını incelemiş ve Metaverse’te oyun tabanlı bir öğretim modeli önermiştir [20]. Alali ve Wardat (2024), öğretmenlerin Metaverse teknolojisini benimsediğini ve etkin olarak kullandığını, hizmet içi eğitim kurslarını başarıyla tamamlamış öğretmenlerin bu teknolojiyi kullanmaya yönelik eğilimlerinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir [14].

Küresel salgın COVID-19 sürecinde okullar ve iş yerlerine gidemediğimiz, evimizden deneyimlediğimiz, fiziksel ortamdan yürütmek yerine dijital bir ortamdan gerçekleştirmeye çalıştığımız yeni uzaktan öğrenme deneyimi, sosyal ve duygusal etkileşimin bireyler için önemini fark etmemizi sağlamıştır [25, 26, 27]. Dijital ortamdaki bu uzaktan öğretim, yüz yüze öğretimin yerini tutmamış ve bu konu hakkında kısa bir zaman dilimi içinde çok sayıda araştırma yapılmıştır [28, 29, 30]. Öğretim ortamları arasındaki bu yarış, özellikle uygulamalı bilimlerde yüz yüze öğretimin kazanması büyük ölçüde yüz yüze öğretimdeki sosyal öğrenmenin ve etkileşimin uzaktan eğitim ile sağlanamaması nedeniyle gerçekleşmiştir [31]. Ancak blockchain teknolojisine dayanan Metaverse ev ya da iş olmayan bir üçüncü alan yaratmakta ve eğitim araştırmacılarını bilinen eğitim sisteminden farklı bir ekosistemin getirilerinin neler olabileceğinin araştırılmasına teşvik etmektedir [32, 33]. Üç boyutlu, birbirine bağlı, küresel, gerçek zamanlı çevrimiçi ve sürükleyici Metaverse’ün potansiyelinden yararlanmak için araştırmacılar, eğitimciler, dijital tasarımcılar ve politika belirleyiciler akıntıya kapılmadan yol gösterici olma fırsatına sahip olabilirler. Metaverse gelişim sürecindeyken, eğitimcilerin, bilim insanlarının ve geliştiricilerin, öğrenenler için kapsamlı, ilgi çekici ve işbirlikli öğrenme fırsatlarını inşa etmesi gerekliliğinden yola çıkılarak bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmanın, Metaverse ortamında matematik öğretimi uygulamalarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için öğretmen adaylarının deneyim ve görüşlerini merkeze alarak somut, uygulanabilir ve yenilikçi pedagojik stratejilerin oluşturulmasına olanak sağlama açısından önemli olduğu düşünülmüştür. Bu sayede, hem matematik eğitiminin kalitesi artırılabilir hem de eğitimcilerin dijital çağın gerektirdiği yetkinliklerle donatılmasına katkı sağlanabilir. Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen bir Metaverse uygulaması [34] ile matematik öğrenme deneyimi yaşayan öğretmen adaylarının Metaverse uygulamasının matematik öğretime uygulanabilirliği hakkındaki görüşlerini analiz etmek amaçlanmıştır. Araştırmanın problem cümlesi “Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi yaşayan öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyim hakkındaki görüşleri nasıldır?” olarak ifade edilmiştir. Araştırma soruları aşağıdaki gibi belirlemiştir:

1. Öğretmen adaylarının Metaverse kavramı ile ilgili bilgi ve deneyimleri nelerdir?
2. Öğretmen adaylarının Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkındaki görüşleri nelerdir?
3. Öğretmen adaylarının Metaverse uygulamasının matematik öğrenme ve öğretmeye katkısı hakkındaki görüşleri nelerdir?
4. Öğretmen adaylarının Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında yaşadıkları zorluk veya problemler nelerdir?
5. Öğretmen adaylarının Metaverse uygulamasının gerçekleştiği matematik konusu veya diğer matematik konularında başka etkinlikler hazırlama hakkındaki görüşleri nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Araştırma deseni

Araştırma durum çalışması deseninde yürütülmüştür. Durum çalışması, araştırmacıların bir olay veya olguyla ilgili “nasıl” ve “niçin” sorularına cevap ararken gerçek hayat bağlamında olayları ya da olguları derinlemesine incelemesine olanak sağlayan bir araştırma yöntemidir [35]. Yin (2009) dört tip durum çalışması deseni olduğunu belirtmiştir: (1) bütüncül tekil durum desenleri (single-case (holistic) designs) (Tip 1), (2) gömülü tekil durum desenleri single-case (embedded) designs) (Tip 2), (3) bütüncül çoğul durum desenleri (multiple-case (holistic) designs) (Tip 3) ve (4) gömülü çoğul durum desenleri (multiple-case (embedded) designs) (Tip 4) [35]. Yin’e (2009) göre durum ender veya benzersiz bir olayı temsil ettiğinde (case represents rare or unique circumstance) bir durumun ayrıntılarını ve koşullarını betimlemek amacıyla bütüncül tekil durum desen (single-case (holistic) design) (Tip 1) çalışmasını gerektirir [35]. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi yaşayan öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyim benzersiz bir deneyim olduğu için çalışmamızda bütüncül tekil durum deseninde (single-case (holistic) design) (Tip 1) yürütülmüştür. Yin (2009), durum çalışması araştırmalarında incelenen duruma ilişkin anlamların ve yaşantıların belirtilmesini sağlayacak kişiler veya gruplar veri kaynakları olduğundan veri toplama yöntemlerinden en önemlisinin görüşme olduğunu ifade etmiştir [35]. Yin’e (2009) göre görüşme yöntemi katılımcıların düşüncelerinin, görüşlerinin, algılarının, tutumlarının ve davranışlarını yönlendiren faktörlerin neler olduğunu anlamaya yönelik bir veri toplama yöntemidir [35]. Yin (2009), yarı yapılandırılmış görüşmelerde soruların önceden hazırlandığını ve görüşmeler esnasında bu soruların biçimlendirilmesinde esneklik tanınarak görüşmeciye yeniden düzenleme imkanı sunulduğunu belirtmiştir [35].

2.2. Katılımcılar

Çalışmaya Türkiye’nin batısında bulunan bir üniversitenin eğitim fakültesinin matematik eğitimi programında öğrenim gören 20 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların 6’sı erkek, 14’ü kadındır. Katılımcıları belirlerken amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yöntemi, araştırma problemiyle doğrudan ilişkili belirli özellikleri taşıyan bireyler, olaylar, nesneler ya da durumların örnekleme dâhil edilmesi esasına dayanmaktadır [36]. Örnekleme ölçütü, öğretmen adaylarının Matematik öğretimi dersini almış olmalarıdır.

2.3. Metaverse uygulamasındaki matematik etkinlikleri

Çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen bir Metaverse uygulaması [34] ile katılımcıların matematik öğrenme deneyimi yaşamaları sağlanmıştır. Meta Quest 2 gözlüklerinde çalışan ve Gravity Sketch yazılımında tasarlanan Metaverse uygulaması Analiz, Tasarım, Geliştirme, Uygulama ve Değerlendirme (ADDIE) öğretim tasarımı modeline [37, 38] göre geliştirilmiştir. Uygulama geliştirme süreci Topraklıkoğlu ve Öztürk’te (2025) [34] ayrıntılı olarak açıklandığı için burada sadece öğretmen adaylarıyla olan süreç açıklanmıştır.

Öncelikle öğretmen adaylarının sanal gerçeklik gözlüğüne (Meta Quest 2) ve Metaverse uygulamasına uyumu için bir uyum dersi gerçekleştirilmiştir. Dört adet sanal gerçeklik gözlüğü (Meta Quest 2) bulunduğu için uyum dersinde katılımcılarla dörder kişilik gruplar halinde çalışılmıştır. Katılımcılar, sanal gerçeklik gözlüğünün fiziksel ve yazılımsal özelliklerini inceleyerek kontrolcülerin butonlarını kullanmış ve Gravity

Sketch yazılımındaki avatar ve nesnelerle temel düzeyde etkileşim ve düzenleme becerilerini geliştirmiştir. Uyum dersi yaklaşık 45 dakikalık sürede tamamlanmıştır.

Katılımcılar uyum dersini tamamladıktan sonra dörder kişilik gruplar halinde çalışarak Metaverse uygulamasındaki matematik etkinliklerini yaklaşık 135 dakikalık sürede gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılar, Metaverse uygulamasında sürüklemeye ve ışınlanma yöntemleriyle farklı etkinlik alanlarına erişmişlerdir. Etkinliklerde, doğrudan yönlendirme yapılmadan katılımcıların keşif yapması sağlanmıştır. Her bir gruptaki katılımcılar, birbirleriyle fikir alışverişinde bulunarak etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. İlk etkinlikte katılımcıların temel formülleri oluşturmaları için hacim hesaplamalarını birim küpleri kullanarak yapmaları istenmiştir. İkinci etkinlikte katılımcıların küp ve dikdörtgenler prizmasının cisim köşegenini üç boyutlu sanal model üzerinde deneyimleyerek hesaplamaları amaçlanmıştır. Üçüncü etkinlikte katılımcıların gerçek hayat problemleri bağlamında piramit hacmini hesaplamaları talep edilmiştir. Dördüncü etkinlikte katılımcılardan verilen bir küpün açılımını bulmaları istenmiştir. Etkinliklerin uygulama içi görüntüleri Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Etkinliklerin uygulama içi görüntüleri

2.4. Verilerin toplanması ve geçerlik

Veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Araştırmacının incelediği durumu mümkün olduğunca nesnel bir biçimde ve olduğu gibi yansıtabilme yetisi olarak tanımlanan [39] nitel araştırmalarda geçerliğin sağlanması amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formunun oluşturulması sürecinde, öncelikle araştırma problemleri doğrultusunda kapsamlı bir alanyazın taraması yapılmış ve çalışmanın amaçlarıyla uyumlu taslak sorular belirlenmiştir. Görüşme formundaki soruların araştırmanın hedefleriyle ne derece örtüştüğünü değerlendirmek amacıyla taslak sorular, öğretim teknolojileri alanında çalışan iki uzmana verilmiştir. Uzmanların önerileri doğrultusunda soruların ve alt soruların sıralamasının uygunluğunu, soruların ifade açısından uygunluğunu, görüşme sorularının araştırmanın amacına uygunluğunu sağlayan düzeltmeler yapılmıştır. Görüşme soruları, katılımcıların yaşları,

öğrenim gördükleri program ve sınıf düzeyi şeklindeki demografik soruların yanı sıra araştırma problemlerine uygun soruları içermektedir.

Veri toplama aşamasında katılımcılarla yapılan görüşmelerden elde edilen veriler yazılı hale getirilmiştir. Geçerlik için ayrıca, rastgele seçilen iki katılımcıya yazılı hale getirilen görüşme verileri gösterilmiş ve doğruluğu teyit edilmiştir. Araştırmanın geçerliğine katkı sunabilmek için ayrıca ikinci araştırmacı tarafından Metaverse uygulamasının kullanımı esnasında gerçekleştirilen öğretim sürecine ilişkin sistematik olmayan gözlemlerden de yararlanılmıştır. Bu gözlemler, katılımcıların uygulama sürecindeki etkileşimleri, ortama uyumları, yaşadıkları güçlükler ve uygulamaya yönelik anlık tepkilerine ilişkin destekleyici bilgiler sunmuştur. Araştırmanın her bir araştırma sorusuna ait bulgularında, görüşme verilerinin yorumlanmasında destekleyici bir unsur olarak gözlem notlarına yer verilmiştir.

2.5. Verilerin analizi ve güvenirlik

Görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. İçerik analizi, katılımcıların ifadelerinden elde edilen verilerin sistematik biçimde incelenip kodlanmasını ve bu kodlara göre kategorilendirilerek yorumlanmasını içermektedir. Katılımcı görüşlerini doğrudan yansıtmak amacıyla kodlarla ilgili alıntılar da içerik analizinde kullanılmaktadır [36].

Veri analizinin güvenirliğini sağlamak amacıyla, kodlama süreci ikinci araştırmacı tarafından da gerçekleştirilmiştir. İki araştırmacı arasındaki uyuşumu “Güvenirlik=(uyuşum olan kategorilerin sayısı)/(uyuşum olan ve olmayan kategorilerin toplam sayısı)” formülü [40] ile $Güvenirlik = 130/144 = 0.903$ olarak bulunmuştur. Miles vd. (2014) iki farklı kodlayıcının uyuşumu için 0.85-0.90 arasındaki değerlerin kodlayıcılar arası güvenirlik için yeterli olduğu ifade etmiştir [41]. Kodlayıcılar arası uyuşum değerinin doğruluğunu desteklemek için Cohen’in Kappa katsayısı hesaplanmıştır ve bu değer 0.888 olarak bulunmuştur [42]. 0.80 ve üzerindeki değerlerin kodlayıcılar arası uyuşumun yüksek düzeyde güvenirliği işaret ettiği belirtilmiştir [42, 43]. Her iki yöntemle elde edilen yüksek güvenirlik katsayıları, kodlamaların güvenirliğini desteklemektedir. İç tutarlılık için ilk kodlamaları yapan araştırmacı kodlamaları yaptıktan bir hafta sonra kodlamaları tekrar yapmıştır. İlk kodlama ile ikinci yapılan kodlama arasındaki uyuşum oranı “Güvenirlik=(uyuşum olan kategorilerin sayısı)/(uyuşum olan ve olmayan kategorilerin toplam sayısı)” formülü [40] ile $Güvenirlik = 141/144 = 0.979$ olarak bulunmuştur. Bu değer Miles vd.’ne (2014) göre iç tutarlılık için yeterlidir [41].

3. Bulgular

3.1. Birinci araştırma sorusuna ilişkin bulgular

Çalışmanın birinci sorusuna yanıt bulmak için katılımcılara “Metaverse kavramını duyduunuz mu? Metaverse kavramını ilk olarak nasıl duyduunuz? Metaverse’ü nasıl tanımlarsınız?” soruları yöneltilmiştir. Katılımcılardan yedisi daha önce Metaverse kavramını duymadığını belirtirken 13’ü duyduğunu ifade etmiştir. Metaverse kavramını daha önce duyduğunu belirten katılımcılardan beşi sosyal medyada, dördü derslerde, ikisi haberlerde, biri filmde, biri müzik klibinde duyduğunu ifade etmiştir. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi öncesinde ve sonrasında katılımcıların Metaverse’ü tanımlamalarından elde edilen bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Metaverse’ü tanımlaması

	Kategoriler	Kodlar	Kişi sayısı
Deneyim öncesi	Sanal vurgusu	Sanal gerçeklik	4
		Sanal evren	4
		Sanal ortam	2
		Sanal dünya	3
		Simülasyon dünyası	1
	Yapay zekâ vurgusu	Yapay zeka evreni	1
	Kavramsal yetersizlik	Bilgisi olmama	5
	Toplam		20
Deneyim sonrası	Sanal vurgusu	Sanal gerçeklik	4
		Sanal evren	7
		Sanal ortam	3
		Sanal dünya	3
		Simülasyon dünyası	1
	Deneyim vurgusu	İnanılmaz deneyim	1
	Kavramsal yetersizlik	Bilgisi olmama	1
	Toplam		20

Tablo 1’e göre deneyim öncesinde Metaverse kavramı hakkında “bilgim yok” olarak yanıt veren katılımcı sayısı beş kişi, deneyim sonrasında ise bir kişidir. “*Dünyada yapamadığımız şeyleri yapabileceğimiz bir evren*” (Katılımcı 2) gibi yanıtlar “sanal evren”, “*arttırılmış gerçeklik ile tasarlanmış sanal dünya*” (Katılımcı 5) gibi yanıtlar “sanal dünya”, “*bir sanal gerçeklik platformu*” (Katılımcı 14) gibi yanıtlar “sanal gerçeklik”, “*uygulanması kolay olan sanal ortamlardır*” (Katılımcı 18) gibi yanıtlar “sanal ortam” olarak kodlanmıştır. Metaverse’ü tanımlarken “sanal gerçeklik” (4 kişi), “sanal evren” (4 kişi), “sanal ortam” (2 kişi), “sanal dünya” (3 kişi), “simülasyon dünyası” (1 kişi) olarak kodlanan Metaverse’ün sanal olmasına vurgu yapan katılımcı sayısı 14 kişidir. Deneyim sonrası bu kodlardaki toplam yanıt sayısı 18 olmuştur (Tablo 1).

Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi öncesinde katılımcıların Metaverse’ü tanımlarken çoğunlukla tereddüt yaşadıkları, açıklamalarına duraksamalarla başladıkları ve tanımlarını net bir kavramsal çerçeveye oturtmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Deneyim sonrasında ise yanıtların daha akıcı olduğu, katılımcıların kavramı tanımlarken daha az duraksadıkları ve önceki açıklamalarına kıyasla daha tutarlı bir dil kullandıkları gözlemlenmiştir. Deneyim öncesinde katılımcıların Metaverse kavramına ilişkin tanımlarının daha çok sanal gerçeklik ve üç boyutlu yapı çağrışımlarıyla sınırlı olduğu, deneyim sonrasında ise kavramın “sanal evren” gibi daha bütüncül ve deneyim temelli ifadelerle açıklandığı görülmüştür. Deneyim sonrası araştırma sorusuna verilen yanıtlardaki değişim, görüşme verilerinin yanı sıra ikinci araştırmacının gözlem notlarıyla da desteklenmiştir. Bu bulgu, Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyiminin katılımcıların Metaverse kavramını tanımlamalarına etkisinin olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

3.2. İkinci araştırma sorusuna ilişkin bulgular

İkinci araştırma sorusuna yanıt bulmak için katılımcılara “Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkında ne düşünüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 2’dedir.

Tablo 2. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkındaki görüşler

Kategoriler	Kodlar	Kişi sayısı
Olumlu görüşler	Etkileyici olma	8
	Öğrenmeye faydalı olma	5
	Öğrenmeyi kolaylaştırma	4
	Eğlenceli olma	2
Olumsuz görüşler	Uğraştırıcı olma	1
Toplam		20

“Etkinlik beklentilerimi aştı. Daha sıradan ve basit olacağı fikriyle yanaşmıştım etkinliğe lakin Metaverse ortamının gelmiş olduğu nokta çok şaşırttı. ...” (Katılımcı 9) gibi yanıtlar “etkileyici olma”, “özellikle geometri alanı için çok faydalı olabileceğini düşünüyorum” (Katılımcı 7) gibi yanıtlar “öğrenmeye faydalı olma”, “öğrencilerin dersi anlamasını kolaylaştıracağını düşünüyorum” (Katılımcı 10) gibi yanıtlar “öğrenmeyi kolaylaştırma”, “güzel bir deneyimdi. ileride derslere entegre edilerek konuları daha eğlenceli hale getirilebileceğini düşünüyorum” (Katılımcı 4) gibi yanıtlar “eğlenceli olma” olarak kodlanmıştır. “Çok uğraştırıcı ve zahmetliydi” (Katılımcı 20) gibi yanıtlar “uğraştırıcı olma” olarak kodlanmıştır. 19 katılımcı, Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkında “etkileyici olma” (8 kişi), “öğrenmeye faydalı olma” (5 kişi), “öğrenmeyi kolaylaştırma” (4 kişi) ve “eğlenceli olma” (2 kişi) şeklinde kodlanan “olumlu görüşler”e sahiptir. Katılımcıların Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimini gerçekleştirirken süreci “eğlenceli” olarak nitelendirdikleri; bu tür ifadeleri kullanırken gülümseme, heyecanlı tonlama ve uygulama içindeki etkileşimli bölümlere atıf yaptıkları gözlemlenmiştir. Uygulamayı deneyimlerken yön bulma, ortama alışma ya da etkileşim gerektiren görevler nedeniyle zorlandığı gözlemlenen bir katılımcı “uğraştırıcı olma” olarak kodlanan “olumsuz görüş”e sahiptir (Tablo 2). İkinci araştırma sorusundan elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi hakkında olumlu görüşlere sahip olduğu, Metaverse uygulamasından etkilendikleri ve Metaverse uygulamasını faydalı buldukları yorumu yapılmıştır.

3.4. Üçüncü araştırma sorusuna ilişkin bulgular

Üçüncü araştırma sorusuna yanıt bulmak için katılımcılara “deneyimlediğiniz Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye katkısı hakkındaki görüşleriniz nelerdir?” ve “Deneyimlediğiniz Metaverse uygulamasının matematik öğretmeye katkısı hakkındaki görüşleriniz nelerdir?” soruları sorulmuştur. Katılımcıların bu sorulara verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Metaverse uygulamasının matematik öğrenme ve öğretmeye katkısı hakkındaki görüşler

	Kategoriler	Kodlar	Kişi sayısı
Matematik öğrenme	Öğrenme süreci	Öğrenmeyi kolaylaştırma	8
		Üç boyutlu canlandırmayı sağlama	5
		Soyut konuları somutlaştırma	2
		Akılda kalıcılığı artırma	2
	Akademik başarı ve okuryazarlık	Öğrenci başarısını artırma	1
		Matematik okuryazarlığında etkili olma	1
	Duyuşsal katkılar	Eğlendirici olma	2
		Etkili olma	1
	Toplam		22
Matematik öğretme	Öğretim süreci	Matematik öğretiminde faydalı olma	9
		Soyut konuları somutlaştırma	3
		Üç boyutlu düşünmeyi sağlama	2
		Akılda kalıcılığı artırma	2
	Akademik başarı	Öğrenci başarısını artırma	1
	Sosyal ve duyuşsal katkılar	İşbirlikli çalışmayı sağlama	1
		Eğlenceli olma	1
	Sınırlılıklar	Zaman alıcı olma	1
	Toplam		20

Katılımcıların Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye katkısı ile ilgili görüşlerinden “*daha keyifli ve kolay bir matematik eğitimi sunabilir, öğrenmeye olumlu katkı sağlar*” (Katılımcı 7) gibi yanıtlar “öğrenmeyi kolaylaştırma”, “*soyut olayları somutlaştırabilir*” (Katılımcı 2) gibi yanıtlar “soyut konuları somutlaştırma”, “*üç boyutlu canlandırma açısından avantajlıydı*” (Katılımcı 17) gibi yanıtlar “üç boyutlu canlandırmayı sağlama”, “*olumlu katkıları olacağını düşünüyorum, akılda kalıcılığı artırır*” (Katılımcı 8) gibi yanıtlar “akılda kalıcılığı artırma” olarak kodlanmıştır ve bu kodlara “öğrenme süreci” kategorisi adı verilmiştir. “*Öğrencilerin öğrenimde zorlandığı konuları daha eğlenceli öğretmek öğrenimlerini de kolaylaştıracaklarını düşünüyorum*” (Katılımcı 4) gibi yanıtlar “öğrenmeyi kolaylaştırma” ve “eğlendirici olma” şeklinde iki farklı kod ile kodlanmıştır. “Öğrenmeyi kolaylaştırma” ve “soyut konuları somutlaştırma” şeklinde iki farklı kod ile kodlanan bir diğer yanıt ise “*somutlaştırmayı arttırdı. Sınıfta yapması zor veya zaman alıcı durumlar kolaylaştı*” (Katılımcı 19) şeklindedir. Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye katkısı hakkında “öğrenmeyi kolaylaştırma” (8 kişi), “üç boyutlu canlandırmayı sağlama” (5 kişi), “soyut konuları somutlaştırma” (2 kişi), “akılda kalıcılığı artırma” (2 kişi) şeklinde kodlanan “öğrenme süreci” kategorisinde 17 katılımcı vardır (Tablo 3). Beş katılımcı ise “akademik başarı ve okuryazarlık” ve “duyuşsal katkılar” kategorilerinde yer alan yanıtlar vermiştir. Araştırma sürecinde ikinci araştırmacının yaptığı gözlemlerden yola çıkarak katılımcıların uygulamayı tanımlarken eğlenceli ve etkileyici gibi duyuşsal nitelermeler kullandıkları, bu ifadeleri kullanırken uygulama sürecine yönelik olumlu bir tutum sergiledikleri ifade edilebilir. Elde edilen bu bulgulara göre çalışmaya katılan öğretmen

adaylarının Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye katkısı hakkında olumlu görüşlere sahip oldukları yorumu yapılmıştır.

Katılımcıların Metaverse uygulamasının matematik öğretmeye katkısı ile ilgili görüşlerinden “*matematik daha kolay kavranabilir*” (Katılımcı 12) gibi yanıtlar “matematik öğretiminde faydalı olma”, “*matematik öğretimine katkısı ise soyut konuları somutlaştırma açısından çok fazla katkı sağlar.*” (Katılımcı 14) gibi yanıtlar “soyut konuları somutlaştırma”, “*üç boyutlu düşünmeyi kolaylaştıracak*” (Katılımcı 6) gibi yanıtlar “üç boyutlu düşünmeyi sağlama”, “*öğretimi kalıcı hale getirmek için çok etkilidir*” (Katılımcı 5) gibi yanıtlar “akılda kalıcılığı artırma” olarak kodlanmıştır ve bu kodlara “öğretim süreci” kategorisi adı verilmiştir. “*Zaman alabilir. Süreç iyi yönetilmezse öğrencilerin faydalanması zorlaşır*” (Katılımcı 20) gibi yanıtlar “zaman alıcı olma” şeklinde kodlanmıştır ve “sınırlılıklar” kategorisine dahil edilmiştir. Metaverse uygulamasının matematik öğretmeye katkısı hakkında “matematik öğretiminde faydalı olma” (9 kişi), “soyut konuları somutlaştırma” (3 kişi), “üç boyutlu düşünmeyi sağlama” (2 kişi), “akılda kalıcılığı artırma” (2 kişi) şeklinde kodlanan “öğretim süreci” kategorisinde 16 katılımcı vardır (Tablo 3). Üç katılımcı ise “akademik başarı” ve “sosyal ve duyuşsal katkılar” kategorilerinde yer alan yanıtlar vermiştir. Araştırma sürecinde ikinci araştırmacının yaptığı gözlemlerden yola çıkarak katılımcıların uygulama sürecine ilişkin düşüncelerini ifade ederken öğrencilerin bu ortamda nasıl davranabileceğine dair öngörülerde bulundukları, uygulama deneyimini anlatırken soyut kavramlardan çok, yaşadıkları sürece ve etkileşime dayalı anlatımlar tercih ettikleri ve Metaverse uygulaması ile matematik öğretme deneyimine yönelik olumlu bir tutum sergiledikleri ifade edilebilir. Elde edilen bu bulgulara göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının çoğunluğunun Metaverse uygulamasının matematik öğretmeye katkısı hakkında olumlu görüşlere sahip oldukları yorumu yapılmıştır.

3.4. Dördüncü araştırma sorusuna ilişkin bulgular

Dördüncü araştırma sorusuna yanıt bulmak için katılımcılara “Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında herhangi bir zorluk veya problem yaşadınız mı? Evet ise açıklar mısınız?” sorusu sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 4’tedir.

Tablo 4. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında yaşanan sorunlar

Kategoriler	Kodlar	Kişi sayısı
Sağlık ile ilgili sorunlar	Göz yorgunluğu	5
	Baş ağrısı	3
	Mide bulantısı	1
Cihaz ile ilgili sorunlar	Cihaz kontrolünde sorun yaşama	8
	Cihazın ağırlığı	1
Sorunsuz kullanım	Sorun yaşamama	4
Toplam		22

“*Miyop ve astigmatım var, deneyimlediğim kadarıyla bu benim için birazcık can sıkıcıydı, görebilmek için gözlerimi kısıarak bakıyordum ve muhtemelen gerçek bir odak olmadığı için gözlerimin çok fazla yorulduğunu hissettim. ...*” (Katılımcı 3) gibi yanıtlar “göz

yorgunluğu”, “evet, gözlüğü uzun süre taktığımız için bir süre sonra başım ağrıdı” (Katılımcı 10) gibi yanıtlar “baş ağrısı”, “Evet mide bulantısı yaşadım” (Katılımcı 18) gibi yanıtlar “mide bulantısı” olarak kodlanmıştır ve bu kodlara “sağlık ile ilgili sorunlar” kategorisi adı verilmiştir. “Ortamda yürümek biraz zordu. Koşma özelliği var mıydı bilmiyorum ama eğer yok ise eklenebilir. ...” (Katılımcı 14) gibi yanıtlar “cihaz kontrolünde sorun yaşama” ve “VR gözlüğün ağırlığı ve ilk kez kullanmam konusunda zorluk yaşadım” (Katılımcı 20) gibi yanıtlar “cihazın ağırlığı” olarak kodlanmıştır ve bu kodlara “cihaz ile ilgili sorunlar” kategorisi adı verilmiştir. “Evet gözlerim ve başım ağrıdı” (Katılımcı 13) ve “göz yorgunluğu ve baş ağrısı” (Katılımcı 13) gibi yanıtları “göz yorgunluğu” ve “baş ağrısı” şeklinde iki farklı kod ile kodlanmıştır. Katılımcıların Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında yaşadıkları sorunlar dokuz katılımcı için “sağlık ile ilgili sorunlar” kategorisinde, dokuz katılımcı için “cihaz ile ilgili sorunlar” kategorisinde, dört katılımcı için “sorunsuz kullanım” kategorisinde yer almıştır (Tablo 4). İkinci araştırmacının yaptığı gözlemlerden yola çıkarak katılımcıların bir kısmının uygulama esnasında karşılaştıkları zorlukları açıklarken elleriyle kontrol etme, yön verme ya da ayarlama hareketlerini zorlanarak yaptıkları, uygulama deneyimini değerlendirirken sürecin belirli aşamalarında fiziksel olarak yorucu olabildiğine işaret eden bir anlatım dili benimsedikleri, bu deneyimi uyum gerektiren bir süreç olarak ele aldıkları ve öğrenme içeriğinden ziyade ortamla etkileşim kurma sürecine odaklandıkları ve bu sürecin zaman zaman zorlayıcı olabildiğini düşündüren ifadeler kullandıkları ifade edilebilir. Dördüncü araştırma sorusundan elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının çoğunluğunun Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında sağlıkla ve cihazla ilgili çeşitli sorunlar yaşamış oldukları, yaşanan sorunların öğrenme içeriğinden ziyade deneyimin fiziksel ve teknik boyutlarıyla ilişkili olarak algılandığı, az sayıda katılımcının (4 kişi) herhangi bir sorun yaşamadığı yorumu yapılmıştır.

3.5. Beşinci araştırma sorusuna ilişkin bulgular

Beşinci araştırma sorusuna yanıt bulmak için katılımcılara “siz olsanız Metaverse uygulamasının gerçekleştiği matematik konusu ile ilgili veya diğer matematik konularında başka ne gibi etkinlikler hazırlardınız?” sorusu sorulmuştur. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 5’tedir.

Tablo 5. Metaverse uygulaması ile matematik konularında etkinlik hazırlama hakkındaki görüşler

Kategoriler	Kodlar	Kişi sayısı
Geometri konuları	Geometri etkinlikleri	13
Diğer matematik konuları	Fonksiyonlar ile ilgili etkinlikler	3
	İstatistik ve olasılık etkinlikleri	3
	Problem çözme etkinlikleri	1
	İleri matematik (türev, integral) etkinlikleri	1
	Modelleme etkinlikleri	1
	EBOB-EKOK etkinlikleri	1
Fikir üretmeme	Fikir üretememe	2
Toplam		25

“Ben olsaydım bir dik koordinat sisteminde yansıma dönme öteleme simetri gibi konuları öğrencilerin koordinat düzleminin üzerinde gezinerek öğrenmesini sağlardım veya elips hiperbol parabol gibi hayal etmesi zor konuları kullanırdım” (Katılımcı 14) gibi yanıtlar “geometri etkinlikleri”, “fonksiyon grafiklerini de sanal gerçekliğe taşıyıp öğrencilerin farklı grafik görünümelerini keşfetmelerini sağlardım” (Katılımcı 8) gibi yanıtlar “fonksiyonlar ile ilgili etkinlikler”, “olasılık sorularında istenen durumları canlandırıcı bir şeyler hazırlardım” (Katılımcı 17) gibi yanıtlar “istatistik ve olasılık etkinlikleri” olarak kodlanmıştır. Dört katılımcı birden fazla matematik konusunda etkinlik hazırlamayı ifade ettiği için onların yanıtları birden fazla kod ile kodlanmıştır. 13 katılımcının yanıtları “geometri konuları” kategorisinde, 13 katılımcının yanıtları “diğer matematik konuları” kategorisinde ve iki katılımcının yanıtları “fikir üretmeme” kategorisinde. İkinci araştırmacının yaptığı gözlemlerden yola çıkarak katılımcıların etkinlik önerilerini ifade ederken, matematiksel içeriğin kendisinden çok ortamın sunduğu etkileşim ve görselleştirme imkânlarına odaklandıkları, Metaverse ortamında etkinlik tasarlama sürecini daha soyut veya ileri düzey matematiksel yapılarla ilişkilendirmekte zorlandıkları ve bu nedenle yanıtlarını dolaylı ifadelerle dile getirdikleri belirtilebilir. Beşinci araştırma probleminden elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan öğretmen adaylarının deneyimledikleri ortamı merkeze alarak düşünme eğiliminde oldukları, bu deneyimi farklı matematik konularına genelleştirebildikleri ve etkinlik tasarlama sürecinde sınırlı kaldıkları, çoğunlukla Metaverse uygulamasındaki konuya benzer ve farklı konularda etkinlik hazırlama konusunda fikirleri olduğu yorumu yapılmıştır.

4. Tartışma, sonuç ve öneriler

Bu çalışmada Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi yaşayan öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyim hakkındaki görüşleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Metaverse uygulamasının öğretmen adayları tarafından matematik öğretiminde etkili ve uygulanabilir bir araç olarak değerlendirildiğini ortaya koymuştur. Katılımcılar, Metaverse teknolojisinin öğrenmeyi kolaylaştırıcı, görselleştirici ve eğlenceli bir ortam sunduğunu, soyut matematik kavramlarının somutlaştırılmasını sağladığını ve üç boyutlu düşünme becerilerini desteklediğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, önceki çalışmaların sonuçlarıyla da örtüşmektedir [6, 9, 12, 13, 14, 20].

Çalışmanın birinci araştırma probleminden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların önemli bir bölümü Metaverse kavramını daha önce duymadığını belirtmiştir. Bu sonuca göre Metaverse teknolojisinin yaygın olarak bilinir hale gelmediği sonucu çıkarılabilir. Metaverse kavramını duyan on üç katılımcının bunu sosyal medya, dersler, haberler, filmler ve müzik klipleri gibi çeşitli kanallar aracılığıyla duyduklarını belirtmeleri, Metaverse’ün popüler kültür ve eğitim alanlarında yaygınlaşmaya başladığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir [13, 21]. Metaverse kavramını derslerde duyduğunu ifade eden katılımcıların olmasından Metaverse’e olan ilginin eğitim ve öğretim bağlamında arttığı sonucu çıkarılabilir [4]. Katılımcıların büyük çoğunluğunun Metaverse’ün sanal olmasına vurgu yapan tanımlamalar yapmış olması, alanyazındaki genel Metaverse tanımlarıyla uyumludur [3, 12, 17, 21, 22]. Metaverse’ün sanal olmasına vurgu yapan tanımlamaların yaşadıkları deneyim sonrasında artmış olmasından öğretmen adaylarının Metaverse ortamının doğasını daha derinlemesine deneyimlediği ve içselleştirdiği sonucu çıkarılabilir. Ayrıca araştırma sürecinde yapılan gözlemler, katılımcıların Metaverse kavramına yönelik algılarının deneyim öncesinde daha belirsiz

ve çağrışımsal bir düzeyde seyrettiğini ancak deneyim sonrasında deneyim temelli, daha bütüncül ve öğretimsel bir çerçeveye doğru evrildiğini göstermiştir. Buna göre, Metaverse’ün eğitim ve öğretimde kavramsal farkındalık oluşturmaya desteklediği yorumu yapılabilir [4, 6]. Çalışmanın ikinci araştırma probleminden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimlerine ilişkin görüşlerinin genel olarak olumlu olduğu sonucu çıkarılabilir. Ayrıca katılımcıların Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme süreci hakkındaki açıklamalarını büyük ölçüde yaşadıkları deneyim üzerinden yapılandırdıkları, öğrenme sürecini yalnızca içerik aktarımı olarak değil, etkileşim, görselleştirme ve mekânsal düşünme ile bütünleşen bir süreç olarak ele aldıkları gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuca benzer şekilde, alanyazında da Metaverse’ün öğrencilerin ilgisini artırdığı ve öğrenmeyi desteklediği belirtilmiştir [8,14, 17]. Çalışmanın üçüncü araştırma probleminden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların büyük çoğunluğu Metaverse uygulamasının matematik öğrenmeye ve öğretmeye olumlu etkileri olduğu şeklinde görüş bildirmişlerdir. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi için katılımcılar, kavramların algılanışı, mekânsal düzenlenişi ve etkileşimli yapısı üzerinden düşünerek öğrenmeyi daha akışkan ve bütüncül bir süreç olarak ele almışlardır. İkinci araştırmacının gözlemlerine dayanarak, katılımcıların açıklamalarını çoğunlukla yaşadıkları deneyimi zihinsel olarak yeniden canlandırarak yapılandırdıkları ve öğrenmeyi soyut bilgi ediniminden ziyade deneyim temelli bir süreç olarak konumlandıkları yorumu yapılabilir. Metaverse uygulaması ile matematik öğretme süreci için katılımcıların değerlendirmeleri öğretmen bakış açısıyla şekillenmiş, Metaverse ortamı, dersin nasıl yapılandırılabilceği, hangi aşamalarda kullanılabileceği ve öğrenci etkileşimini nasıl yönlendirebileceği üzerinden ele alınmıştır. Bu süreçte öğretmen adaylarının, öğrenme deneyiminde benimsedikleri öğrenci rolünden uzaklaşarak, ortamı pedagojik bir araç olarak yeniden anlamlandırdıkları gözlemlenmiştir. Buna göre, çalışma kapsamında geliştirilen Metaverse uygulamasının matematik öğrenme ve öğretme için kullanılabilir olduğu sonucu çıkarılabilir [9, 20]. Ayrıca katılımcılar tarafından belirtilen Metaverse uygulamasının üç boyutlu canlandırmayı ve soyut konuları somutlaştırmayı sağlamasına yönelik görüşler, özellikle matematik gibi soyut düşünme gerektiren bir alanda Metaverse’ün pedagojik değerini vurguladığı sonucuna ulaşılabilir [8, 9, 17, 20]. Çalışmanın dördüncü araştırma probleminden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların bir bölümü sağlık ve cihaz kaynaklı sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Metaverse ortamında sorun yaşama durumunun tüm katılımcılar için kalıcı bir engel oluşturmadığı, deneyim süresi arttıkça ortama uyum sağlandığı ve başlangıçta yaşanan zorlukların giderek azaldığı gözlemlenmiştir. Katılımcılar, Metaverse uygulamalarının matematik öğrenmede yüksek bir potansiyele sahip olduğunu, ancak öğrenme sürecinin daha etkili olabilmesi için kullanıcı deneyimini destekleyici tasarım unsurlarına daha fazla önem verilmesi gerektiğini dile getirmişlerdir. Benzer şekilde alanyazında Metaverse uygulamalarının teknik altyapı ve kullanıcı sağlığı açısından bir takım zorluklar barındırdığına dikkat çekilmiştir [6, 10, 16, 17, 22, 32]. Katılımcıların sağlık ve cihaz kaynaklı sorunlar yaşadıklarını ifade etmiş olmalarından, Meta Quest 2 gibi bağımsız sanal gerçeklik gözlüklerinin taşınabilirlik ve kullanım kolaylığı açısından avantajlar sunmasına rağmen, geliştiricilerin kullanıcı dostu uygulamalar oluşturma ihtiyacının devam ettiği sonucu çıkarılabilir [5, 9]. Çalışmanın beşinci araştırma probleminden elde edilen sonuçlara göre katılımcıların Metaverse ortamında etkinlik hazırlama konusunda hem geometri hem de diğer matematik konularında fikir üretebildikleri görülmüştür. Katılımcıların etkinlik önerileri, Metaverse ortamının problem çözme, keşfetme ve deneme-yanılma temelli öğrenme süreçlerini destekleyecek biçimde yapılandırılmasının önemini gösterdiği yorumu yapılabilir. Buna göre, öğretmen adaylarının Metaverse

ortamını pedagojik tasarım açısından işlevsel buldukları, Metaverse uygulamalarının matematik öğretiminde yalnızca mevcut konuları zenginleştiren bir araç değil, aynı zamanda farklı matematiksel düşünme biçimlerini deneyimlemeye olanak tanıyan esnek bir öğrenme ortamı olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılabilir.

Araştırmada ulaşılan sonuçlara göre öğretmen adaylarının teknolojiye dayalı öğretim yöntemleriyle tanışmaları için ders içeriklerinde Metaverse uygulamalarına yer verilmesi önerisi yapılabilir [3]. Metaverse uygulaması ile matematik öğrenme deneyimi esnasında yaşanan sağlık ve cihaz ile ilgili sorunlar göz önünde bulundurularak, teknik altyapının güçlendirilmesi ve kullanıcı sağlığına yönelik önlemlerin alınması önerisinde bulunulabilir [10, 16]. Eğitim ve sağlık alanlarını içeren disiplinlerarası bir çalışma yapılarak sanal gerçeklik gözlüklerinin kullanımının sağlık açısından ne gibi olumsuzluklar meydana getirdiği ve bu sorunların çözümüne yönelik çalışmaların yapılması da önerilebilir. Metaverse ortamında etkinlik tasarımı konusunda öğretmen adaylarına rehberlik edebilecek kaynaklar ve örnek senaryolar sunulması önerisi yapılabilir [5, 24]. Geometri gibi görselleştirmeye uygun konular başta olmak üzere, farklı matematik alanlarında Metaverse uygulamalarının farklı öğretim düzeylerindeki öğrencilerin akademik başarıları, matematik okuryazarlıkları ve duyuşsal gelişimleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla çalışmalar yapılması önerilebilir [14].

Kaynaklar

- [1] Türkoğlu, K. U., **Dijital eğitim: Geleceğin öğrenme modeli**, <https://kuturkoglu.com/dijital-egitim-gelecegin-ogrenme-modeli/>, (2024).
- [2] Diaz, J. E. M., Saldaña, C. A. D. ve Avila, C.A. R., Virtual world as a resource for hybrid education, **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, 15, 15, 94-109, <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.13025>, (2020).
- [3] Ng, W. C., Lim, W. Y. B., Ng, J. S., Xiong, Z., Niyato, D. ve Miao, C., Unified resource allocation framework for the edge intelligence-enabled Metaverse, **ICC 2022-IEEE International Conference on Communications**, Seoul, South Korea, <https://doi.org/10.1109/ICC45855.2022.9838492>, (2022).
- [4] Ng, D. T. K., What is the Metaverse? Definitions, technologies and the community of inquiry, **Australasian Journal of Educational Technology**, 38, 4, 190-205, <https://doi.org/10.14742/ajet.7945>, (2022).
- [5] Topraklıkoğlu, K. ve Öztürk, G., **Eğitimde Metaverse: Uygulama örnekleri**, İçinde A. M. Güneş ve E. Yünkül (Eds.), *Eğitimde yeni paradigmlar*, 479-514, Nobel, (2023b).
- [6] Zhang, X., Chen, Y., Hu, L. ve Wang, Y., The Metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics, **Frontiers in Psychology**, 13, 1016300, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300>, (2022).
- [7] Reyes, C. E. G., Peláez Sánchez, I. C., Glasserman Morales, L. D. ve López Caudana, E. O., The Metaverse and complex thinking: Opportunities, experiences, and future lines of research, **Frontiers in Education**, 8, 1-13, <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1166999>, (2023).
- [8] Reyes, C. E. G., High school students' views on the use of Metaverse in mathematics learning, **Metaverse**, 1, 2, 1-9, <https://doi.org/10.54517/met.v1i2.1777>, (2020).

- [9] Topraklıkoğlu, K. ve Öztürk, G., **The Metaverse and mathematics education: A literature review**, In G. Durak & S. Çankaya (Eds.), *Shaping the future of online learning: Education in the Metaverse*, pp.250-266, IGI Global, <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6513-4.ch013>, (2023a).
- [10] Sharma, S., Tyagi, V. ve Vaidya, A., **Security and privacy challenges of Metaverse in education**, In M. Singh, V. Tyagi, P. K. Gupta, J. Flusser, T. Üren, A. R. Cherif ve R. Tomar (Eds.), *Advances in computing and data sciences (ICACDS 2024), Communications in Computer and Information Science, (CCIS, volume 2194)*, 82-92, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-031-70906-7_8, (2025).
- [11] Al-kfairy, M ve Alfandi, O., The ethical dilemma of educational Metaverse, **Recent advances in Evolution of Education and Outreach**, 1, 1, 6-16, <https://doi.org/10.17352/raeco.0000002>, (2024).
- [12] Chen, Y., Fan, N. ve Wu, H., **AI-enabled Metaverse for education: Challenges and opportunities**, In C. Xing, J. Lai ve L. J. Zhang (Eds), *Metaverse-Metaverse 2024 (Metaverse 2024), Lecture notes in Computer Science (LNCS, volume 15429)*, 103-113, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-031-76977-1_8, (2025).
- [13] Pimentel, D., Fauville, G., Frazier, K., McGivney, E., Rosas, S. ve Woolsey, E., **An introduction to learning in the Metaverse**, Meridian Treehouse, <https://scholar.harvard.edu/files/mcgivney/files/introductionlearningmetaverse-april2022-meridiantreehouse.pdf>, (2022).
- [14] Alali, R. ve Wardat, Y., Assessing the utilization level of metaverse: Teaching mathematics at the primary level, **International Journal of Distance Education Technologies**, 22, 1, 1-20, <https://doi.org/10.4018/IJDET.346988>, (2024)
- [15] Alvaro Farfan, A., Sánchez-Guerrero, J., Gavilanes-Lopez, W. ve Santiago-Chávez, N., **Application of Metaverses as an evaluation tool in the baccalaureate**, In M. Auer, H. Hortsch, P. Sethakul (Eds.), *The impact of the 4th industrial revolution on engineering education*, 598-606, Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-40271-6_59, (2020).
- [16] Barry, D. M., Ogawa, N., Dharmawansa, A., Kanematsu, H., Fukumura, Y., Shirai, T., Yajima, K. ve Kobayashi, T., Evaluation for students' learning manner using eye blinking system in Metaverse, **Procedia Computer Science**, 60, 1195-1204, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.181>, (2015).
- [17] Eşin, Ş. ve Özdemir, E., The Metaverse in mathematics education: The opinions of secondary school mathematics teachers, **Journal of Educational Technology and Online Learning**, 5, 4, 1041-1060, <https://doi.org/10.31681/jetol.1149802>, (2022).
- [18] Flanagan, T., Delphin, G., Fargis, M. ve Lexington, C., When art meets science in Second Life, **Journal of Applied Mathematics**, 4, 4, 163-172, http://www.aplimat.com/files/Journal_volume_4/Number_4.pdf, (2011).
- [19] Tonéis, C. N., Puzzles as a creative form of play in Metaverse, **Journal For Virtual Worlds Research**, 4, 1, 3-21, <https://doi.org/10.4101/jvwr.v4i1.1901>, (2011).
- [20] Wu, X., Chen, Y. ve Wu, Y., Exploration of mathematics education by Metaverse technology, **2023 IEEE 12th International Conference on Educational and Information Technology**, Chongqing, China, <https://doi.org/10.1109/ICEIT57125.2023.10107894>, (2023).

- [21] Sun, P., Zhao, S., Yang, Y., Liu, C. ve Pan, B., How do plastic surgeons use the Metaverse: A systematic review, **Journal of Craniofacial Surgery**, 34,2, 548-550, <https://doi.org/10.1097/scs.00000000000009100>, (2022).
- [22] Köse, M., **Metaverse nedir ve neden çok önemlidir? Yaşamlarımızı dijital bir evrene taşıyabilir miyiz?**, Evrim Ağacı, <https://evrimagaci.org/metaversenedir-ve-neden-cok-onemlidir-yasamlarimizi-dijital-bir-evrene-tasiyabilir-miyiz-11135>, (2023, 10 Ocak).
- [23] Lamb, H., Second Life lessons, **Engineering & Technology**, 17, 4, 1-9, <https://doi.org/10.1049/et.2022.0407>, (2022).
- [24] Louro, D., Fraga, T. ve Pontuschka, M., Metaverse: Building affective systems and its digital morphologies in virtual environments, **Journal For Virtual Worlds Research**, 2, 5, 2-14, <https://doi.org/10.4101/jvwr.v2i5.950>, (2009).
- [25] Bryant, J., Child, F., Dorn, E., Espinosa, J., Hall, S., Kola-Oyeneyin, T., Lim, C., Panier, F., Sarakatsannis, J., Schmutz, D., Ungur, S. ve Woord, B., **The pandemic's impact on learning: Where do we go from here?**, McKinsey & Company, [https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-covid-19-caused-a-global-learning-crisis#/,](https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-covid-19-caused-a-global-learning-crisis#/) (2022).
- [26] Eken, Ö., Tosun, N. ve Tuzcu Eken, D., Urgent and compulsory move to distance education upon COVID-19: A general evaluation, **Milli Eğitim Dergisi**, 49, 1, 113-128, <https://doi.org/10.37669/milliegitim.780722>, (2020).
- [27] News Editor, **New data show how the pandemic affected learning across whole communities**, Harvard Graduate School of Education, <https://www.gse.harvard.edu/ideas/news/23/05/new-data-show-how-pandemic-affected-learning-across-whole-communities>, (2023).
- [28] Huck, C. ve Zhang, J., Effects of the COVID-19 pandemic on K-12 education: A systematic literature review, **New Waves-Educational Research and Development Journal**, 24, 1, 53-84, https://www.viethconsulting.com/members/proposals/view_file.php?md=VIEW&file_id=2158, (2021).
- [29] Pokhrel, S. ve Chhetri, R., A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning, **Higher Education for the Future**, 8, 1, 133-141, <https://doi.org/10.1177/234763112098>, (2021).
- [30] Zancajo, A., **The impact of the COVID-19 pandemic on education: Rapid review of the literature**, COVID and Society – British Academy, <https://www.thebritishacademy.ac.uk/documents/3226/COVID-decade-The-impact-on-education-Rapid-review-Adrian-Zancajo-Glasgow.pdf>, (2021).
- [31] Marco-Fondevila, M., Rueda-Tomás, M. ve Latorre-Martínez, M. P., Active participation and interaction, key performance factors of face-to-face learning, **Education Sciences**, 12, 7, 429, <https://doi.org/10.3390/educsci12070429>, (2022).
- [32] Huynh-The, T., Gadekallu, T. R., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q.-V., da Costa, D. B. ve Liyanage, M., Blockchain for the Metaverse: A review, **Future Generation Computer Systems**, 143, 401-419, <https://doi.org/10.1016/j.future.2023.02.008>, (2023).
- [33] Tuhin, M., **The Metaverse: Building the next Internet**, Science News Today, <https://www.sciencenewstoday.org/the-metaverse-building-the-next-internet>, (2025).
- [34] Topraklıkoğlu, K. ve Öztürk, G., Metaverse application development for teaching geometry in virtual reality environment, **Journal of Educational Technology**

- and Online Learning**, 8(1), 112-135, <https://doi.org/10.31681/jetol.1596173>, (2025).
- [35] Yin, R. K., **Case study research, design and methods** (Fourth edition), Sage Publications, (2009).
- [36] Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E., **How to design and evaluate research in education** (8th edition), McGraw-Hill, (2012).
- [37] DeSimone, R. L., Werner, J. M. ve Harris, D. M., **Human resource development** (3rd edition), Harcourt, (2002).
- [38] Werner, J. M. ve DeSimone, R. L., **Human resource development** (6th edition), South-Western, Cengage Learning, <http://dspace.vnbrims.org:13000/jspui/bitstream/123456789/4276/1/Human%20Resource%20Development.pdf>, (2012).
- [39] Kirk, J. ve Miller, M. L., **Reliability and validity in qualitative research**, Sage Publications, (1986).
- [40] Miles, M. B. ve Huberman, A.M., **An expanded sourcebook: Qualitative data analysis** (2nd edition), Sage Publications, (1994).
- [41] Miles, M. B., Huberman, A. M. ve Saldaña, J., **Qualitative data analysis: A methods sourcebook** (3rd edition), Sage Publications, (2014).
- [42] Cohen, J., A coefficient of agreement for nominal scales, **Educational and Psychological Measurement**, 20, 37-46, <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>, (1960).
- [43] Graham, M., Milanowski, A. ve Miller, J., **Measuring and promoting inter-rater agreement of teacher and principal performance ratings**, Center for Educator Compensation Reform, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532068.pdf>, (2012).