

**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ FEN**  
**LABORATUVARINDA SANAL GERÇEKLİK VE**  
**METAVERSE KULLANIMI İLE İLGİLİ**  
**GÖRÜŞLERİNİN VE İHTİYAÇLARININ**  
**BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan**  
**ASIYE BİLGE KOCA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz, 2024**

**KAYSERİ**



**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**  
**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ FEN**  
**LABORATUVARINDA SANAL GERÇEKLIK VE**  
**METAVERSE KULLANIMI İLE İLGİLİ**  
**GÖRÜŞLERİNİN VE İHTİYAÇLARININ**  
**BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan**  
**ASIYE BİLGE KOCA**

**Danışman**  
**DOÇ. DR. ESRA KIZILAY**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz, 2024**  
**KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir bilimsel çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Adı-Soyadı  
Asiye Bilge KOCA  
İmza

## YÖNERGEYE UYGUNLUK

**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımı ile İlgili Görüşlerinin ve İhtiyaçlarının Belirlenmesi** adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

**Hazırlayan**

Asiye Bilge KOCA

**Danışman**

Doç. Dr. Esra KIZILAY

## KABUL VE ONAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Asiye Bilge KOCA'nın hazırladığı **Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımı ile İlgili Görüşlerinin ve İhtiyaçlarının Belirlenmesi** başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı	Doç. Dr. Aslı SAYLAN KIRMIZIGÜL	.....
Jüri Üyesi (Danışman)	Doç. Dr. Esra KIZILAY	.....
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Nagihan TANIK ÖNAL	.....

Enstitü Yönetim Kurulunun ... / ... / ..... Tarihli ve ..... sayılı kararı.

Bu tez Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 23 / 07 / 2024 tarihinde uygun gör¼lmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca ... / ... / ..... tarihi ve ..... sayılı karar ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin ARAK  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

## ÖN SÖZ

Bu çalışmanın hayata geçirilmesi sürecinde engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, araştırmamın her bir aşamasında görüşleriyle beni destekleyen, emeğini hiç esirgemeyen, beni doğru yönde yönlendiren kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Esra KIZILAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda verilerin toplanması sürecinde emeği geçen tüm fen bilgisi öğretmen adaylarına, tez savunma jürileri sayın Doç. Dr. Aslı SAYLAN KIRMIZIGÜL ve Doç. Dr. Nagihan TANIK ÖNAL'a ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca çalışmamda desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, beni motive eden, cesaretlendiren, bana olan güvenlerini hiç kaybetmeyen anneme, babama, anneanneme, dedeme, teyzeme ve bendeki yeri her zaman ayrı olacak olan erkek kardeşime teşekkürü bir borç bilirim.

Asiye Bilge KOCA

Temmuz 2024, KAYSERİ

## ÖZ

# FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ FEN LABORATUVARINDA SANAL GERÇEKLİK VE METAVERSE KULLANIMI İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNİN VE İHTİYAÇLARININ BELİRLENMESİ

Hazırlayan  
ASIYE BİLGE KOCA

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Temmuz, 2024

Danışman: Doç. Dr. Esra KIZILAY

Bu araştırmanın, amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımı ile ilgili görüşlerinin ve ihtiyaçlarının belirlenmesidir. Araştırma nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji desenine göre yapılandırılmıştır. Araştırma 2023-2024 eğitim öğretim yılında güz yarıyılında İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinin teknoloji entegrasyonu ile ilgili en az bir dersini almış olan 16 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada nitel araştırmalarda sıkça kullanılan bir veri toplama biçimi olan ve açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi ve betimsel analizden ortak olarak yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda sanal gerçeklik ve Metaverse uygulamaları teknoloji vasıtasıyla erişim sağlanan sanal evren olarak ifade edilmiştir. Sanal gerçeklik ve Metaverse uygulamalarının fen laboratuvarında kullanımının materyal ve fiziksel mekân gerektirmemesi, soyut kavramları somutlaştırması, gerçekçi olması, öğrenme kolaylığı sağlaması, güvenli deneylerin yürütülebilmesi, anlamlı öğrenmenin sağlandığı, eğlenceli bir öğrenme ortamı oluşturması gibi avantajlarından bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir kısmı Metaverse kavramını daha önce hiç duymadıklarını, öğrenme ortamına entegrasyonu hakkında bir fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir.

**Anahtar sözcükler:** fen bilgisi öğretmen adayları, fen laboratuvarı, metaverse, sanal gerçeklik



## **ABSTRACT**

### **DETERMINING THE OPINIONS AND NEEDS OF SCIENCE TEACHER CANDIDATES REGARDING THE USE OF VIRTUAL REALITY AND METAVERSE IN THE SCIENCE LABORATORY**

**ASIYE BİLGE KOCA**

**Erciyes University, Institute of Educational Sciences**

**Master's Thesis, July, 2024**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Esra KIZILAY**

This research aims to determine the opinions and needs of science teacher candidates regarding using VR and the Metaverse in the science laboratory. The study is structured according to the phenomenology design, one of the qualitative research designs. It was conducted with 16 science teacher candidates from a university who had taken at least one course related to technology integration during the fall semester of the 2023-2024 academic year. This research used a semi-structured interview consisting of open-ended questions, a commonly used data collection method in qualitative research. The researchers prepared the semi-structured interview questions. Content analysis and descriptive analysis were used jointly in the data analysis. According to the data obtained from the teacher candidates' opinions, VR and Metaverse applications were described as virtual universes accessed through technology. They mentioned the advantages of using VR and Metaverse applications in the science laboratory, such as not requiring physical materials and space, making abstract concepts concrete, being realistic, providing ease of learning, enabling safe experiments, ensuring meaningful learning, and creating an enjoyable learning environment. Some teacher candidates stated that they had never heard of the Metaverse concept before and had yet to learn about its integration into the learning environment.

**Keywords:** science teacher candidates, science laboratory, Metaverse, virtual reality

## İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY .....	iii
ÖN SÖZ .....	iv
ÖZ .....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR ve SİMGELER .....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
BÖLÜM I	
GİRİŞ .....	1
1.1. Problem Durumu .....	3
1.2. Araştırmanın Önemi .....	5
1.3. Araştırmanın Amacı ve Alt Amaçları .....	8
1.4. Sayıtlar .....	8
1.5. Sınırlılıklar .....	9
BÖLÜM II	
ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR .....	10
2.1. Fen Öğretiminde Laboratuvar Kullanımı ve Önemi .....	10
2.1.1. Fen Öğretiminde laboratuvar uygulamalarının yararları ve sınırlılıkları .....	12
2.2. Fen Laboratuvarlarında Sanal Gerçeklik ve Sanal Laboratuvarlar .....	14
2.3. Fen Laboratuvarlarında Metaverse.....	18
2.4. İlgili Araştırmalar .....	20
2.4.1. Fen laboratuvarı ile ilgili araştırmalar .....	20
2.4.2. Fen bilimlerinde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve metaverse ilgili araştırmalar .....	25
BÖLÜM III	
YÖNTEM.....	31
3.1. Araştırmanın Modeli .....	31

3.2. Araştırma Grubu.....	32
3.3. Pilot Çalışma .....	33
3.4. Veri Toplama Süreci ve Araçları .....	34
3.5. Verilerin Analizi.....	37
3.6. Veri Analizinin Geçerliliği ve Güvenirliği .....	69
<b>BÖLÜM IV</b>	
<b>BULGULAR.....</b>	<b>39</b>
4.1. Fen Laboratuvarı Temasına İlişkin Kategori ve Kodlar.....	39
4.2. Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik Kullanımı Temasına İlişkin Kategori ve Kodlar .....	41
4.3. Metaverse Temasına İlişkin Kategori ve Kodlar.....	44
<b>BÖLÜM V</b>	
<b>TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>46</b>
5.1. Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarına İlişkin Görüşleri .....	46
5.2. Öğretmen Adaylarının Sanal Laboratuvar Kullanımına İlişkin Görüşleri ..	47
5.3. Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Metaverse Kullanımına İlişkin Görüşleri.....	50
5.4. Bulgulara Dayalı Genel Sonuçlar.....	52
5.5. Öneriler.....	53
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>55</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>79</b>
<b>EK 1: Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....</b>	<b>79</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>80</b>

## KISALTMALAR ve SİMGELER

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı



## TABLÖLÄR LİSTESİ

Tablo 1	Fen Laboratuvarında Kullanılabilecek Sanal Gerçeklik Uygulamaları.....	16
Tablo 2	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarı İle İlgili Görüşleri.....	39
Tablo 3	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sanal Laboratuvar İle İlgili Görüşleri.....	42
Tablo 4	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metaverse İle İlgili Görüşleri.....	44



## ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1 2004-2024 arası Metaverse kavramına ilişkin Google Trends verileri..... 19
- Şekil 2 Ükelere göre konuya gösterilen ilgi dağılımına ilişkin Google Trends verileri..... 19



## BÖLÜM I

### GİRİŞ

21. yüzyılda ülkeler katma değeri yüksek ürün eldesi, endüstri 4.0 çağına öncülük etmek ve teknoloji üreten toplum olabilmek için yarış içerisine girmişlerdir (Fernandes vd., 2019). Toplumlar bireylerden ülkelerinin kalkınması için sosyokültürel, ekonomik, bilimsel, eğitim, teknoloji gibi alanlarda gelişmelerini beklemektedir. Ülkelerin bu gücü nitelikli insan yetiştirerek sağlamaları kaçınılmaz olacaktır. Nitelikli insan yetiştirmek için temel amaçlar bireye bilgiyi doğrudan aktarmak yerine bilgiye ulaşabilme kapasitesini geliştirmek, bireylerin kendi yeteneklerini keşfetmesini sağlamak, yaratıcı düşünmesini sağlamak, bilimsel bilgi ve becerileri kazanmasını ve çevresinde karşılaştığı herhangi bir probleme çözüm üretebilmesini sağlamaktır (Keskin Geçer, 2018). Bu hedeflere ulaşılmasını sağlayan temel disiplinlerden biri de fen bilimleridir.

Fen bilimleri bireylerin çevresinde gerçekleşen olayları ve doğayı anlamlandırmalarını, tanımalarını sağlamaktadır (Ceylan vd., 2019). Fen bilimleri öğretimi ile birlikte; ilgili, meraklı, sorgulayıcı, problem çözme kapasitesi, gelişmiş teknolojileri anlayabilen ve kullanabilen bireyler haline getirmek amaçlanmaktadır (Polacek ve Keeling, 2005). Bilim ve teknolojide sürekli olarak meydana gelen gelişim ve değişime uyum sağlamak belirtilen hedeflere ulaşmayı mümkün kılmaktadır (Ceylan vd., 2019). Bu gelişim ve değişim sebebiyle toplumlar bireylerden yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine sahip, araştırmacı, üretken bireyler olmalarını beklemektedir. Yeni nesillerin toplumun beklentilerine uyum sağlamaları bilgiyi yaparak ve yaşayarak algılamalarını sağlayan öğrenme ortamlarının tasarlanmasıyla mümkün olabilir.

Yaparak ve yaşayarak öğrenmede laboratuvarların kullanımı öğrencilerin fen bilimlerini etkili öğrenmeleri açısından büyük önem taşımaktadır (Kırpık ve Engin, 2009). Laboratuvarlar bireylerin eğitim hayatları sürecinde çağa ayak uydurabilmeleri ve çağın ilerleyebilmesi için gerekli olan ortamlardan biridir

(Yumuşak ve Aycan, 2002). Laboratuvarlar, öğrenilmek istenen kavramın çoğunlukla gözlem ve deney yoluyla öğrenme tekniklerine dayanan özel olarak donatılmış bireysel veya küme halinde çalışılabilen uygulamalı aktif ortamlardır (Doğdu ve Arslan, 1990). Laboratuvar uygulamalarının amacı ise teknik ve bilişsel becerileri geliştirmek, bilimsel yöntemi desteklemek, kavramsal anlamayı ve problem çözme becerisini geliştirmek, bilime karşı merak ve ilgi uyandırarak pozitif tutum geliştirmeyi sağlamak olarak sıralanabilir (Shulman ve Tamir, 1973). Ayrıca fen eğitiminde laboratuvar çalışmaları bireylerin soyut ve karmaşık olan kavramları, anlamlı öğrenmelerine büyük katkı sağlamaktadır (Soğukpınar ve Gündoğdu, 2020). Özellikle fen öğretiminde laboratuvarlar soyut olan fen bilimleri konularını, somutlaştırdığı düşüncesiyle büyük önem arz etmektedir (Keskin Geçer, 2018). Bilgi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilimsel bilginin değişmesi ülkemizin olağan şartları göz önüne alındığında yeni nesillerin laboratuvar ortamlarına olan ihtiyaçlarını artırmıştır (Taştekin, 2022). Çeşitli nedenlerle ülkemizin bazı bölgelerinde laboratuvar ortamlarının fiziki yeterliliği kısıtlıdır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte fiziki yeterliliği kısıtlı olan laboratuvar ortamları için yeni alternatifler ön plana çıkmaktadır. Ayrıca Öğrencilerin ve öğretmenlerin bilgiye ulaşma, ulaştırma yolları Türkiye’de 2019 yılında Covid 19 salgını nedeniyle okulların kapatılması, salgının seyrine göre kısa bir dönem kademeli olarak tekrar açılması ve tamamen kapatılması süreci yaşandığından dolayı (MEB, 2020a), teknoloji ile birlikte daha da çeşitlenmiştir.

1980’lerde başlayan ve 1990’lardan sonra gelişen bilgisayar teknolojileri, günümüzde yaşamımızın her alanında yer edinmiştir. Bilgi teknolojilerinin zaman içerisindeki değişimi ve gelişimi eğitim öğretim faaliyetlerinde de yeni bir döneme geçişi hızlandırmıştır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak eğitim alanında da her geçen gün yeni öğretim araçları ve yaklaşımları geliştirilmektedir. Sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar bu öğretim yaklaşımlarından biridir; öğrenciler için yapay olarak oluşturulmuş, 3D ortamda merak ederek öğrenmeyi ve öğrenmeye olan tutumu olumlu yönde geliştirmeyi amaçlamaktadır (Chang vd., 2022). Çağımızda sürekli olarak değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte eğitim ortamlarında sanal gerçeklik tabanlı uygulamaları çok ileri düzeylere ulaşılmıştır (Demir ve Kandemir, 2020). Günümüz teknolojisi sayesinde ulaşılamayan, gidilemeyen, görülemeyen, çözümleri hakkında hipotez kurulamayan problemler için bu programlardan yararlanmak

mümkün hale gelmiştir. Sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar, içeriği bakımından zengin görsel materyalleri sayesinde soyut kavramların somutlaştırılmasında büyük bir önem arz etmektedir (Chiou, 1995; Winn, 1995; Manseur, 2005). Bu bağlamda fen bilimlerinde yaparak ve yaşayarak öğrenmenin etkili olduğu laboratuvar ortamlarına yapay zekâ yazılımlarının entegre edilmesi anlaşılması zor, soyut olan kavram ve konuların anlama güçlüğü azaltacak bir yöntem olduğu söylenebilir.

### **1.1. Problem Durumu**

Laboratuvar çalışmaları eğitim ve öğretim süreçlerinin tümü ele alındığında fen bilimleri öğretim programının tamamlayıcı bölümünü oluşturmaktadır. Öğrenciler deneysel çalışmalar sayesinde etraflarında gerçekleşen olumsuz durumlara karşı çözüm arayışında pratik becerilere sahip olurlar. Bu bağlamda geleneksel laboratuvar çalışmalarının getirdiği bazı kısıtlamalar yeni alternatif arayışını zorunlu hale getirmiştir. Deney yapım esnasında meydana gelebilecek kazalar, öğrencilerin erişim süreleri, zor deneysel koşullar, pahalı laboratuvar ekipmanları, anlaşılması zor matematiksel hesaplamalar gibi durumlar fiziksel deneylerin sürecinde dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır (Bidaybekov, vd., 2012). Teknolojinin gelişmesiyle bu kısıtlamalara alternatif olarak sanal gerçeklik tabanlı uygulamalar kullanılabilir. Bu nedenle öğrenme ortamları geleneksellikten uzaklaşarak sanal ortamlara yerini vermiş olup, eğitim ve öğretim etkinlikleri üç boyutlu sanal ortamlarda sürdürülmektedir. Geleneksel ortamların yerini üç boyutlu sanal ortamların alması; yapılandırmacı yaklaşımla gündeme gelen iş birlikli öğrenme, yaratıcılık, aktif öğrenme, birey temelli öğrenme, öğrenmeyi ilgi çekici hale getirme, gerçek hayatta gerçekleştirilmesi zor olan uygulamaları gerçekleştirmek için fırsat sağlaması, fiziksel mekân gerektirmemesi açısından kullanıcıya avantaj sağlamaktadır (Doğan, vd., 2011). Yapılan araştırmalar sonucunda sanal ortamların üst düzey kazanımlar elde etmede etkili olduğu, öğrenmeyi ilgi çekici ve kalıcı hale getirdiği, hayal gücünü geliştirmesi, ortamda bulunma hissini problem çözme becerilerini geliştirdiği, bilgi sentezi için mükemmel ortamlar sunduğu, etkileşimli öğrenme deneyimi sayesinde beyin fırtınasına yön verdiği tespit edilmiştir (Barab vd., 2007; Bricken ve Bryne, 1992; Lee vd., 2010).

Bilgi ve teoriye dayanan disiplinlerin yanı sıra yoğun uygulama gerektiren disiplinlerin de değişen ve gelişen teknolojilerin sağladığı olanaklar sayesinde laboratuvar uygulama dersleri için sanal gerçeklik kullanımı gibi çözümlerin geliştirildiği görülmektedir (Çivril, 2018). Sanal gerçeklik teknolojisi gerçek ve sanal nesnelerin birbiri ile etkileşimine olanak sağlayarak, anlamlı öğrenmeye de imkân vererek eğitimde dikkatleri üzerine çeken motivasyonu artıran bir teknoloji olmuştur (Nischelwitzer vd., 2007) keza eğitimde teknoloji entegrasyonunun fen sınıflarında anlamlı düzeyde yer alması 20. Yüzyıla dayanmaktadır (Kartal, 2017). Resim, slayt film, projeksiyon, video kaydedici, radyo, internet ve bilgisayarın eğitim kurumlarında kullanılmaya başlanmasıyla birlikte fen bilgisi derslerine teknoloji entegre edilmiş olup, teknoloji kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, diğer öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Köse vd., 2003). Fen eğitiminin kalitesinin sürekli olarak geliştirilmesi, değişen dünyada çağın gerektirdiği insan gücüne ulaşabilmeyi sağlamaktadır (Çetin ve Asiltürk, 2016). Öğrenciler fen bilimlerinde teorik içeriği yoğun olan kavramları zihinlerinde canlandırmaya, anlamlandırmaya çalışırken zorlanmaktadırlar (Tuncel ve Fidan, 2018). Gözlenmesi mümkün olmayan ya da zor olan olayları anlamlandırmaları teknoloji destekli uygulamalarla birlikte sağlanabilir. Teknoloji kullanımının fen eğitimine doğada gerçekleşen olayların canlandırılması, soyut olan fen kavramlarının somutlaştırılması, deneysel fikir ya da sonuçlar üzerinden çıkarım yapılması şeklinde katkıları bulunmaktadır (Ametller vd., 2019). Teknoloji destekli öğretim uygulamaları kapsamında birçok yazılım ve araç fen öğretimine entegre edilmiştir. Bunlardan bazıları artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, web 2.0, sanal ve uzaktan erişimli laboratuvarlar, yapay zekâ gibi güncel uygulamalardır (Fernandes vd., 2019). Ülkemizde de eğitimde teknoloji kullanımının önemi gözle görülmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından yayımlanmış olan on birinci kalkınma planı (2019-2023) dahilinde teknolojinin de gelişmesiyle birlikte temel amaçları tüm bireylerin kapsayıcı ve nitelikli bir eğitim ile hayat boyu öğrenme imkanlarına erişimini sağlayarak düşünme, algılama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmek, özgüven ve sorumluluk duygularını pekiştirmek, girişimcilik ve yenilikçilik özelliklerini kazandırmak, demokratik değerleri ve milli kültürü benimsemek, paylaşma ve iletişime açık olmak, sanat ve estetik duygularını güçlendirmek, teknoloji

kullanımına yatkın olmak, üretken ve mutlu bireyler yetiştirmektir (Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Öğrencilerde, öğretmenlerde, ders materyallerinde, eğitim kurumlarında bu değişim göze çarpmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ve müdürlüklerinin de bu konudaki tutumları oldukça açıktır. Eğitim ortamlarına sanal gerçeklik ve Metaverse atölyeleri açılarak “Eğitimde Devrim” altyapısı desteklenmektedir (URL-1).

Sanal gerçeklik ve Metaverse uygulamalarının eğitime entegre edilmesi, öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumlarını zengin görsel materyaller aracılığıyla artırabileceği düşünülebilir. Bu teknolojiler, öğrencilere eğitimde herhangi bir zaman ve mekândan bağımsız olarak somut bilgilere erişme imkânı sunarak öğrenme deneyimini güçlendirebilir. Ayrıca, literatür taramalarında yapılan bazı araştırmalar, geleneksel laboratuvar uygulamaları ile sanal gerçeklik tabanlı laboratuvar uygulamalarını karşılaştırarak sanal gerçeklik tabanlı laboratuvar uygulamalarının daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır (Holzinger vd., 2009; Finkelstein vd., 2004; Javidi, 2004). Bu araştırmalar aynı zamanda, laboratuvar uygulamalarında öğrenme ve öğretme etkileşiminin sanal gerçeklik uygulamalarıyla arttığını göstermiştir (Cobb vd., 2009; Couture, 2004). Alan yazın incelemesi sonucunda fen bilimlerinde sanal laboratuvar kullanımına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşlerinin alındığı çalışmalara rastlanmıştır (Baş, 2022; Bostan Sarioğlan vd., 2020; Çalışkan, 2023; Ekici, 2015; Günlü, 2020; Kavlak, 2023; Yavuz, 2022). Bu bağlamda bu araştırmada fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımı ile ilgili görüşlerin ve ihtiyaçların öğretmen adayları açısından değerlendirilmesine gerek duyulmuştur.

## **1.2. Araştırmanın Önemi**

Eğitim sisteminin 21. yüzyıl becerilerini bireylere kazandırmaya uygun hale getirilmesi çağın gerekliliği haline gelmiştir (Uçak ve Erdem, 2020). Bu gereklilikle birlikte 20 yılı aşkın süredir fen eğitiminde yapılan yeniliklerde öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetiştirilmesine odaklanılmıştır. Bilimsel okuryazarlık problemleri keşfedip kanıta dayalı çözümler üreterek bunları bilimsel bilgiyi kullanarak gerçekleştirmeyi, bireylerin sebep oldukları değişimleri ve dünyayı anlamalarını sağlamaktadır. Fen bilimlerinin doğasını bilmek bilimsel okur yazarlığın temel amacıdır (Bybee, 1997). Ülkemizde ise temel amacı tüm bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini sağlamak olan fen bilimleri dersi öğretim programının amaçları

özetlenecek olursa; biyoloji, fizik, kimya, astronomi, yer bilimi ve çevre bilimi, fen ve mühendislik uygulamaları ile ilgili temel bilgileri aşlamak; doğanın keşfedilmesi, insan ve çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde bilimsel araştırma yöntemlerini benimseyip, bilimsel süreç becerileri kapsamında bu alanlarda karşılaşılan problemlere çözüm üretmek; toplum, çevre, birey arasındaki etkileşimin fark edilmesini sağlamak; günlük yaşam problemlerine ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu problemlerin çözümünde yaşam becerilerinden ve bilimsel süreç becerilerinden yararlanılmasının sağlanması; fen bilimleri alanında girişimcilik becerilerinin geliştirilmesi; bilim insanları açısından bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu ve oluşturulan bilimsel bilginin geçtiği basamakları, yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamalarına yardımcı olmak; çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin merak uyandırmak; bilimsel çalışmalarda güvenli çalışma bilincini aşlamak; bilimsel düşünme alışkanlıkları, muhakeme yeteneklerini ve karar verme becerilerini geliştirmek; bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak şeklinde sıralanabilir (MEB, 2018). Bu kapsamda 21. yüzyılda değişen dünya koşullarına yön verebilmek ve adapte olabilmek için yaşadığı dönemde toplumun ihtiyaçlarını iyi analiz edebilen, hızlı ve kolay yollarla bilgiye ulaşabilen, yenilikçi düşünebilen, dönemi iyi anlayabilen, çağın ihtiyaçlarını karşılayacak niteliklere sahip, yaşam tarzını hayat boyu öğrenme anlayışına adanmış bireyler yetiştirmekle mümkün olabilir (Uçak ve Erdem, 2020). Bu bağlamda anlamlı fen öğretimi için öğrenmenin içeriği sorgulanmış olup, yeni standartlar belirlenmiştir ayrıca laboratuvar çalışmalarının fen öğretimindeki uygulamaları ve rolü tekrar vurgulanmıştır (Hofstein ve Lunetta, 2004; Lunetta vd., 2007). Laboratuvarlar öğrencilere geleneksel sınıf ortamından farklı bir deneyim sunan öğrenme ortamlarından birisidir (Osman vd., 2011). Öğrenciler laboratuvarlar sayesinde problem çözme becerilerini, kavramsal anlamalarını geliştirmekte olup, bilime karşı pozitif yönde tutum sergilemektedirler. Fen laboratuvarları öğrenciler ve öğretmenler arasında etkileşimi artırarak sosyal bir ortamda bilimi öğrenmeyi ve öğretmeyi sağlamaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2003). Öğrencilerin tecrübe kazanmasında laboratuvarların yeri büyük önem taşımaktadır. Eğitim programları laboratuvar ortamında yapılan deneylerle birbirini tamamlamaktadır. Öğrenciler bu sayede gerçek hayatta karşılaşacakları problemlere hazır olmakla birlikte uygulama becerisi kazanmaktadır. Laboratuvar ortamında yapılan deneyler farklı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir örneğin laboratuvar

ortamında malzeme ya da madde eksikliği, sınıf mevcutlarının fazla olması, malzemelerin pahalı olması, birçok kimyasalın bir arada bulunması nedeniyle deney sırasında meydana gelen kazalar fen öğretimden laboratuvar kullanımını sınırlandırmaktadır (Günlü, 2019). Çağımız teknolojisi sayesinde bu sınırlılıkları azaltmak için laboratuvar ortamlarında çeşitli alternatifler geliştirilmiştir. Eğitim sektörünü etkisi altına aldığı tespit edilen sanal gerçekliğin eğitimi zamandan ve mekândan bağımsız kılarak bu sınırlılıkları ortadan kaldırdığı söylenebilir (Demircioğlu, 2023). Ayrıca 2020-2021 eğitim öğretim döneminde ortaya çıkan Covid 19 pandemisi nedeni ile okullar yüz yüze eğitime kapatılmış olup tüm dünyada uzaktan eğitime geçilmiştir. Bu bağlamda sanal gerçeklik uygulamaları, artırılmış gerçeklik cihazları, yapay zekâ yazılımları gerçeğe en yakın deneysel eğitimi sunduğu için önemini bir kez daha hatırlatmıştır. Covid 19 pandemisi öğretimde e-öğrenme etkinlikleri planlanarak, çevrimiçi kaynaklar üzerinden ilerlemeyi zorunlu hale getirmiştir (Mulenga ve Marban, 2020). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bilişim teknolojileri fen eğitimi alanına da entegre edilmiştir (Ercan vd., 2016). Sanal uygulamaların fen eğitimine entegrasyonu çağımızın gereklilikleri göz önünde bulundurulduğunda geleceğin eğitimini yönlendireceği ve şekillendireceği düşünülebilir. Fen bilimleri laboratuvar ortamı, fen eğitiminin büyük bir kısmı teknolojiye bağlı olduğu için teknoloji kullanımının gerçekleşeceği tabii ortamlardır (Kartal, 2017). Sanal gerçeklik tabanlı uygulamaları sayesinde fen bilimleri alanında birçok kazanıma uygun deney tasarısına kolayca erişilmektedir (Duman ve Avcı, 2016).

Birçok fen eğitimcisinin nihai hedefi verimli bir öğrenme ortamı yaratmak olduğu için laboratuvar uygulamalarında harcanan zaman ve laboratuvar uygulamalarının doğasının öğrenme ortamına olan etkisinin değerlendirildiği çokça araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımına yönelik çalışmalar sınırlı sayıda olup (Burnette, 2020; Chang ve Yu, 2019; Kye vd., 2021; Rai vd., 2019; Taş ve Bolat, 2022; Yağcı ve Şentürk, 2023; Zhao vd., 2022) fen öğretiminde sanal laboratuvar kullanımına yönelik çalışmalara yer verilmiştir (Akgül vd., 2019; Barab vd., 2000; Baş, 2022; Borgi, 1991; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Büyükkara, 2011; Çinici vd., 2013; Çivril, 2018; Duman ve Avcı, 2016; Erdan, 2014; Herga vd., 2012; Hudson, 2010; Kaba, 2017; Karagöz Mırçık ve Saka, 2016; Kavlak ve Birhanlı, 2023; Mutlu, 2015; Önder,

Tane ve Tanel, 2023; Trundle ve Bell, 2010; Ünal ve Şeker, 2020; Wilson, ve Redish, 1989; Yang ve Heh, 2007). Bu bağlamda çalışma alan yazına katkı açısından önem arz etmektedir.

### **1.3. Araştırmanın Amacı ve Alt Amaçları**

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımına ilişkin görüşlerini incelemektir. Araştırmanın alt amaçları şu şekilde belirlenmiştir;

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarları ile ilgili düşünceleri nelerdir?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sanal gerçeklik kavramı ile ilgili düşünceleri nelerdir?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının Metaverse kavramı ile ilgili düşünceleri nelerdir?
4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğrenme açısından etkilerine ilişkin görüşleri nelerdir?
5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik laboratuvarı kullanımının öğrenme açısından etkilerine ilişkin görüşleri nelerdir?
6. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilimleri dersinde Metaverse laboratuvarı kullanımının öğrenme açısından etkilerine ilişkin görüşleri nelerdir?
7. Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilimleri dersinde fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımının öğrenme ortamına etkilerine ilişkin düşünceleri nelerdir?

### **1.4. Sayıtlar**

Araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri üzerine etkisi olabilecek kontrol altına alınamayan tüm değişkenlerin katılımcıları eşit düzeyde etkilediği varsayılmıştır. Araştırmada yer alan çalışma grubunun görüşlerinin objektif veriler sunduğu varsayılmıştır.

## 1.5. Sınırlılıklar

Araştırmanın sınırlılıkları şunlardır:

1. Araştırma araştırmayı kabul eden 16 öğretmen adayının görüşleriyle sınırlı olacaktır.
2. Araştırma bir üniversitenin teknoloji entegrasyonu ile ilgili ders almış olan öğretmen adaylarıyla sınırlı olacaktır.



## BÖLÜM II

### ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

#### 2.1. Fen Öğretiminde Laboratuvar Kullanımı ve Önemi

Bireylerin doğadaki canlı ve cansız varlıklar arasındaki etkileşimleri anlamaları için iyi bir fen eğitimi gerekmektedir. İyi bir fen eğitimi soyut kavramların somutlaştırılmasında yaparak ve yaşayarak birinci elden deneyimlerle öğreten laboratuvar ortamlarıyla mümkün olmaktadır. Kısaca laboratuvarlar günümüz müfredatı ele alındığında fen bilimlerinin temelini oluşturmaktadır ve kapsamlı bir kullanım alanına sahiptir (Kesercioğlu vd., 2004). Bu anlamda 2005 yılından itibaren MEB değişen ve gelişen müfredat boyutunda fen bilimleri alanında radikal değişiklikler yapmıştır. Bu radikal değişimlerin amacı çevresinde gördüğü problemleri tespit edebilen, tespit edilen problemlere yönelik çeşitli çözüm yolları geliştirebilen ve yaşam boyu öğrenme isteği olan bireyler yetiştirmektir (MEB, 2006; MEB, 2013; MEB, 2018). Bu değişimler sonucunda öğrencilere kazandırılmak istenen beceriler 2018 yılında MEB tarafınca yayımlanan fen bilimleri dersi alana özgü becerilerdir. Bu beceriler; bilimsel süreç becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri, yaşam becerileri olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır. Öğrencilere bu becerilerin kazandırılmasındaki temel amaç üç başlık ve bu başlıkların alt başlıklarıyla birlikte öğrencileri tıpkı bir bilim insanının çalışmaları sırasında kazandığı becerileri kazandırmaktır (MEB, 2018). Bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasında öğrenme ortamının etkinliği büyük önem taşımaktadır. Fen bilimleri dersi adı altında bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında en etkin ortam fen laboratuvarlarıdır. Çünkü laboratuvarlar bir konunun ya da bir kavramın öğrencilerin yaparak ve yaşayarak birinci elden tutum, bilgi, beceri ve deneyim kazandığı en etkili ortamlardır (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2006).

Laboratuvarlar, öğrencilerin birbirleriyle aktif olarak etkileşim halinde olmalarını sağlayan öğrenme ortamlarıdır. Öğrenciler bu aktif öğrenme ortamı

sayesinde bilimsel bilgiyi kavramalarına ve anlamlandırmalarına yardımcı olarak 21. Yüzyıl becerilerinden olan bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeye fırsat bulmaktadırlar (Hofstein ve Lunetta, 2003). Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen uygulamalar öğrencilerin bilimi algılamalarına ve anlamalarına yardımcı olacağı için fen bilimlerine karşı olumlu tutum sergilemelerini sağlamaktadır (Harman, 2011; Uluçınar vd., 2004;). Bu çerçevede laboratuvar ortamlarının bilgiyi somutlaştırıp öğrencilerin anlama ve algılama becerilerini artırdığı düşünülebilir.

Laboratuvar çalışmaları altı başlık altında sınıflandırılmıştır. Rehbersiz sorgulama (açık uçlu), problem tabanlı, tümdengelim (açıklayıcı, ispatlama), tümevarım (yapılandırılmış, keşfedici), bilişsel süreç becerileri, teknik beceriler (Bell vd., 2005; Domin, 1999; Windschitl, 2003). Rehbersiz sorgulamada öğrenciler belirlenen konu ile ilgili, kendi belirledikleri yöntemle olası problemi çözüme kavuşturmak için araştırma yaparlar. Öğrencilere yalnızca konu verilir, kullanacakları yöntemin ve problemin kendileri tarafından belirlenmesi beklenir. Bu sayede öğrenciler sorgulamaya, araştırma yapmaya, aktif katılıma maruz bırakılmaktadır. Böylece öğrenci merkezli eğitim anlayışı ön planda olmaktadır (Bell vd., 2005). Problem tabanlı yaklaşımda ilk olarak öğrencilere problem durumu verilir ve böylece problemin çözülmesi ancak öğrencinin girişimi ile mümkün olmaktadır. Bu yaklaşımın en önemli niteliği ise verilen problem bağlamında öğrencilerin küçük gruplar halinde birbirlerinin öğrenmelerine yarar sağlayacak bir çalışma içinde olmasıdır (Korkmaz ve Kaptan, 2002). Tümdengelimde öğrenciler öğrenme ortamlarında işlenen konu ile ilgili önceden bildikleri hipotezi laboratuvar ortamında doğrulamaya çalışırlar. Öğrencilere yapacakları deney ile ilgili talimatlar, izleyecekleri yönergeler önceden verilir (Yaşar vd., 1998). Tümevarımda öğrencilere öğretmen tarafından problem önceden verilir ve öğrenciler problemi araştırmaya başlar. İzlenecek süreç ve problem verilirken sonuçlardan bahsedilmez. Kavram, teori, kanunlar laboratuvarda hipotez kurularak elde edilmeye çalışılır (Hart vd., 2000). Bilişsel süreç becerileri sayesinde öğrencilerin gözlem yapma, sınıflandırma, yer ve zaman ilişkilerini kullanma, sayıları kullanma, ölçme ve değerlendirme, çıkarımda bulunma, işe yarar tanımlar yapma, parametreleri saptama ve kontrol etme, verileri yorumlama, deneyleri gerçekleştirme gibi becerileri gelişmektedir (Eren ve Dökme, 2018). Laboratuvarların kullanımı bazı özel araçların kullanımını kavrama ve deney düzeneklerinin kurulumuna hâkim olmakla birlikte

kolaylaşmaktadır. Teknik beceriler öğrencilere fen bilimlerindeki etkinlikleri gerçekleştirme becerisi kazandırmaktadır. Laboratuvar ortamında kullanmak üzere yeni gelen ekipman ve materyallerin tanıtılması ve öğretilmesi söz konusu olduğunda teknik becerilerden yararlanılmaktadır. Böylece deneylerin laboratuvar ortamında bilinçli ve sağlıklı olarak gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır (Çepni ve Ayvacı, 2016).

### **2.1.1. Fen Öğretiminde laboratuvar uygulamalarının yararları ve sınırlılıkları**

Fen bilimleri doğayı ve doğa olaylarının içerisindeki gerçekleri keşfetmeye, açıklamaya, kontrol etmeye, önceden kestirmeye çalışan bireylerin doğayı ve bu esnada kendilerini anlama çabalarının bir ürünüdür (Güzel, 2002). Fen bilimlerinin diğer bilimlerden ayrılmasına vesile olan en önemli özellik; gözleme, deneye ve keşfetmeye önem vererek bireylerin problem çözme, araştırma yapma becerisini geliştirerek hipotez kurma ve sonuçları yorumlayabilme olanağı sunmasıdır. Günümüz dünyasında bilim ve teknoloji her geçen gün yeni bir değişim ve gelişime adım atmaktadır. Bu adım fen bilimleri eğitime çeşitli yöntem ve tekniklerin kazandırılmasına yol açmaktadır. Bu yöntemler içerisinde en etkin yöntemlerden biri laboratuvarlardır. 1968 yılı fen bilimleri dersi içeriğiyle benzer olan fen ve doğa bilgisi dersinde laboratuvarlara yer verilmemiştir. Bireylerin karşılaşılan problemleri birinci elden çözüme kavuşturduğu laboratuvar yöntemi ise ilk kez 1992 yılı fen bilimleri öğretim programında yerini almıştır. Öğrenciler bu sayede kendi deneyimleriyle akılda kalıcılığı yüksek olan bilgiler edinebilmişlerdir. Fen bilimlerinde laboratuvar yönteminin amacı temel bilgileri kanıtlayarak, yaparak ve yaşayarak öğrenilmesini sağlamaktır. Bu yöntem aynı zamanda öğrencilerde; eleştirel düşünmeyi, akıl yürüterek problem çözme, bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi başta olmak üzere pek çok olumlu etkide bulunduğu bilinmektedir. Bu bağlamda laboratuvarlar fen bilimlerinin ayrılmaz temel parçasıdır (Kırpık ve Engin, 2009). Laboratuvar kullanımının katkıları arasında;

1. Problem çözme becerisini geliştirmesi,
2. Bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi,
3. Bilim ve bilimin metodunun anlaşılması,
4. Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin algılanması,
5. Fen bilimlerine olan ilgi ve motivasyonun artması,

6. Analiz becerilerini gelişmesi,
7. Bilinen teorilerin zamanla değişebileceğinin farkına varılması,
8. Bilimsel araştırma ve bilim insanı olmaya karşın pozitif yönde ilgi ve tutum sergilemesi gibi katkıları vardır (Çepni vd., 2005).

Özellikle öğrenciler soyut olan fen bilimleri kavramlarını anlamakta güçlük çektiği için derse olan ilgilerini kaybetmektedirler. Millar'a (2004) göre laboratuvar uygulamalarının amacı öğrencilerin ilgi, yetenek ve ihtiyaçları doğrultusunda bilimsel olarak anlayış kazanmalarına yardımcı olmak ve elde edilen kazanımları güvenli bir ortamda uygun yöntemler ile birlikte geliştirmek şeklindedir. Fen bilimlerinde laboratuvar kullanımı; öğrenenlerin gözleme, bilimsel düşünme becerisi, yaratıcı düşünme becerisi, karşılaşılan sorunlar üzerinde yorum yapma becerisi, veri toplama, veri analizi yapma gibi becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda laboratuvar uygulamaları büyük önem arz etmektedir.

Laboratuvar etkinlikleri her ne kadar yararlı olsa da güvenlik sorunu, öğrenci sayısının fazlalığı, müfredat, zaman yetersizliği gibi sınırlılıkları mevcuttur. Fen bilimleri öğretiminde belirlenen hedeflere ulaşabilmek için laboratuvar yönteminin kullanımı büyük önem taşımaktadır ancak içerebileceği tehlikelerden ötürü laboratuvar çalışmaları dikkatli bir şekilde düzenlenmeli ve planlanmalıdır. Örneğin öğrenciler laboratuvar ortamında düşük ya da yüksek basınçlara bağlı patlamalara veya herhangi bir elektrik deneyleri esnasında yüksek voltaja maruz kalabilirler (Hill vd., 2019). Bu bağlamda laboratuvar ortamının güvenliği büyük önem taşımaktadır (Aydın vd., 2011). Laboratuvar ortamları birçok kimyasal maddenin bir arada bulunmasından ötürü tehlikeye açık ortamlardır ve bu yüzden öğrenciler laboratuvarda temel güvenlik kuralları hakkında bilgilendirmelidir (Stepenuck, 2002). Laboratuvar ortamında gerekli olan önlemler alınmadığı zaman ortam öğrenciler için tehlikeli bir hal alacağından birçok öğretmen güvenlik riski almamak için laboratuvar uygulamalarından kaçınmaktadır. Okullarda sınıf mevcutlarının fazla olması nedeniyle yapılan deneylerde her öğrenci aktif katılımı yer alamadığı için laboratuvar dersleri etkin olarak yürütülememektedir (Ayas vd., 2002). Malzeme, madde eksikliği nedeniyle deneylerin yürütülememesi, yoğun müfredat programı nedeniyle zaman yetersizliği gibi sınırlılıklar da laboratuvar ortamlarında mevcuttur (Özdener vd., 2005).

## 2.2. Fen Laboratuvarlarında Sanal Gerçeklik ve Sanal Laboratuvarlar

Sanal gerçeklik teknolojisi, ilk olarak 1966 yılında ABD Hava Kuvvetleri tarafından uçuş eğitimi amacıyla geliştirilmiştir. Sonraki yıllarda ise bilgisayar oyunları geliştiren şirketler tarafından benimsenmiş ve yaklaşık 30 yıldır eğitim amaçlarıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kavanagh vd., 2017). Sanal gerçeklik teknolojisi, gerçek dünyanın bilgisayar desteği ile birlikte üç boyutlu bir ortama aktarılması ve kullanıcıların bu ortam üzerinde olayları özel aygıtlarla duyuşsal olarak sahici gibi algılayabildikleri, aktif olarak kontrol edebildikleri sistemlerdir (Çavaş vd., 2004). Çeşitli amaçlarla kullanılabilen sanal gerçeklik teknolojisinden birçok disiplinde faydalanılmaktadır. Özellikle bireysel öğrenmeyi sağlayan bu ortamların etkili sonuç verdiği ulaşılmıştır (Kayabaşı, 2005). Teknoloji destekli sanal gerçeklik uygulamalarının;

1. Doku, ses, görsellik gibi efektlerle sanal dünyanın içindeymişsin gibi bir his sağlama,
2. Yapılandırmacı yaklaşımın dikkate aldığı bireysel hıza göre ilerlemesi,
3. Gerçek hayatla ilişkilendirilebilmesi,
4. Öğrenenlerin deneyimlerini gerçeğe yakın olarak kazanmasını sağlama,
5. Öğrenenlerin ilgi ve motivasyonunu artırma, aktif katılımını sağlama,
6. Her zaman her yerde kullanılabilmesi,
7. Soyutu somutlaştırması,
8. İstenen davranışların düşük maliyetle kazandırılabilmesi,
9. Öğrenme ortamındaki olası tehlikelerin önüne geçebilmesi gibi birçok olumlu yönü vardır (Pantelidis, 2009).

Dünya genelinde proje geliştirme çalışmaları günümüze kadar ki süreçte hızlı yenilik ve değişimlere sebep olmuştur. Bilgiye ulaşım gücü değişen ve gelişen teknoloji sayesinde azalmakta olup girişimci, yenilikçi, yaratıcı bireylerin sayısının artmasına katkı sağlamıştır. Girişimci, yenilikçi, yaratıcı bireylerin sayısının artmasıyla birlikte müfredatta beceri geliştirmeye önem veren girişimcilik, mühendislik, inovasyon gibi kavramlarla sıklıkla karşılaşmaktadır. Bu bağlamda fen eğitiminde uluslararası düzeyde; girişimcilik, yenilikçilik, bilim, yaratıcılık gibi kavramlar arasındaki etkileşimin önemi vurgulanmıştır (European Commission, 2015). Sonuç olarak ülkelerin kendi menfaatleri ve ihtiyaçları doğrultusunda eğitim

ve öğretim programları güncellenmiş olup, yeni yapılara rastlanmaktadır. Gelişen teknolojinin sunduğu imkanlar, değişim içerisindeki bu sürecin beklentilerini karşılayabilir (Abdüsselam ve Erten, 2022). Öğrenme ortamlarında bu teknolojilerden olan sanal gerçeklik ve artırılmış gerçekliğe laboratuvar uygulamalarında da rastlanmaktadır (Şentürk, 2018). Fen eğitiminde laboratuvar kullanımı ve laboratuvar kullanımı esnasında malzemeleri tanımanın faydaları çeşitli çalışmalar sayesinde belirlenmiştir (Doğru vd., 2011; Kaya ve Büyük, 2011; Mısır ve Saka, 2012;). Laboratuvar ortamlarının aktif olarak kullanılmadığı durumlarda öğrenciler laboratuvar malzemelerini tam olarak tanıyamamakta ve deney yapma becerilerini tam olarak öğrenemediği için bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde sıkıntı yaşamaktadır (Temiz ve Kanlı, 2005). Bu nedenle öğrencilere laboratuvar kullanım ve işlevinin tam olarak kazandırılması gerekir. Bazı nedenlerden ötürü laboratuvar ortamlarının aktif kullanılmaması ile birlikte laboratuvar kullanım ve işlevini öğretmek için çeşitli alternatiflere ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşadığımız dönemde bu alternatif akıllı yazılımlar ve yapay zekâ destekli uygulamalar olabilir.

Günümüz dünyasında akıllı yazılımların ve yapay zekânın yaygınlaşması eğitimi derinden etkilemiştir (Popenici ve Kerr, 2017). Gelişmiş ülkeler akıllı yazılım ve yapay zekâ gibi teknolojileri yakından takip etmekle birlikte ülkelerinde yaygınlaştırmaktadırlar. ABD ve Çin gibi ülkeler bu teknolojik gelişmeleri yakından takip edip, önemli çalışmalara yer vermişlerdir bu bağlamda eğitim sistemlerini yenilemişlerdir (Knox, 2020).

21. Yüzyılda bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler bir yarış haline gelmiş ve hızlanmıştır. Bu durumda gelişmiş ülkeler mühendisliğe, inovasyona ve teknik bilgiye daha fazla yatırım yapmışlardır (Yılmaz vd., 2018). Ülkemizde de teknoloji vurgusu fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde göze çarpmaktadır (MEB, 2018). Öğrencilerin fen bilimlerinde kavram yanlışlarının giderilmesinde, öğretimde materyal tasarlanması ve uygulanmasında, anlamlı öğrenmede akıllı yazılımlar ve yapay zekânın kullanımı yaygınlaşmıştır (Yılmaz ve Yılmaz, 2023). Akıllı yazılımlar ve yapay zekâ uygulamalarından bazıları; Sanal Laboratuvarlar, Sanal gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Metaverse gibi uygulamalardır. Yapararak ve yaşayarak öğrenmenin temeli olan aktif laboratuvar ortamlarında yaşanabilecek olası riskleri ortadan kaldıran farklı konu ve içeriklerin öğretilmesinde sanal gerçeklik tabanlı uygulamalardan yararlanılabilir.

Fen eğitiminde sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı astronomi, fizik, kimya, biyoloji gibi disiplinlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ateş ve Garzon, 2023). Örneğin Astronomi alanında tüm evrenin gözlemlendiği 3D uzay simülasyon programı sayesinde (URL-2) öğrenciler samanyolu galaksisini, güneş sistemini, binlerce yıldız gözlemleyebilir. Bu programa her zaman ve her yerde ulaşılmakta olup, güneş sistemi boyunca istenilen hızda yolculuk edebilme imkânı sunmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamasının öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutum ve akademik başarılarına etkisinin incelendiği bir çalışmada ise fen bilimleri dersi “bileşke kuvvet” konusu deney grubuna Phet uygulamasından seçilen uygun simülasyonlarla işlenirken, kontrol grubunda otantik yöntemlerle sınıfta tahta kullanarak işlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler doğrultusunda deney grubu öğrencilerinin daha başarılı ve fen bilimlerine yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Dağdalan ve Taş, 2017). Kimya alanında molekül şekillerinin anlatımı 3D bilgisayar modelleriyle birlikte karmaşıklığını yitirmektedir (Ateş ve Garzon, 2023). Yapılan bir çalışmada biyoloji alanında sanal gerçeklik laboratuvarları sayesinde çeşitli canlıların fizyolojik yapıları incelenmiş olup, finansal ve etik problemlerini aşma açısından önemli bir yeri olduğu fakat geleneksel laboratuvar ortamında sağlanan, varoluş hissi, dokunma gibi duyuların önemi vurgulanmıştır (Young ve Nichols, 2017). Fen öğretiminde kullanılabilecek sanal laboratuvar uygulamaları Tablo 1 'de verilmiştir.

**Tablo 1**

Fen Laboratuvarında Kullanılabilecek Sanal Gerçeklik Uygulamaları

---

Ad

---

Populus

Learn Genetics

Labster

The Physics Aviary

YÖK Sanal Laboratuvarları

Science Courseware

Circuit Lab

ACD/Labs

---

**Tablo 1** *devamı*

---

Ad
eAnthro
Phet
Simbio
Model Science Software
Astronomy Education
Chem Collective
Star
Virtual Labs
The ISES
Uni Labs
BioInteractive
Molecular Workbench
Annenberg Learner
ChemLab
Yenka
Edison 5

---

*Bu internet sitelerine Mart, 2024 itibariyle erişilmiştir.*

Günümüz çağında bilgisayarlardan yararlanarak oluşturulan sanal dünya ortamları eğitimin bir modülü haline gelmiştir (Fokides ve Sfakianou, 2017). Bu ortamlardan biri de sanal laboratuvarlardır. Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin öğrenme performansları ve etkililiği yalnızca kullanılan laboratuvar teknolojileriyle açıklanamaz. Bu yüzden laboratuvarın performansı artırması ile ilgili motivasyon, ortam zenginliği, akran iş birliği, etkileşim, geri dönüt gibi unsurlar da dikkate alınmalıdır. Öğrencilere uygulamalarda gerçek dünyaya yakın bir ortamın oluşturulması, konuları anlamadaki güçlüğü en aza indirip, etkililiği artıracaktır (Cameron, 2002; Ma ve Nickerson, 2006). Bu etkileşim sanal laboratuvarların 3D yazılımlı olan sanal gerçeklik uygulamalarıyla sağlanmaktadır. Sanal gerçeklik kullanımı birden çok gerçeklikle aynı zamanda etkileşim kurmamızı sağlamaktadır. Sanal ortamda bulunan kişi, ortamında bir parçası olarak hareket etmekte ve ortamı bizzat yaşayabilmektedir. Geleneksel laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen

deneylerin pahalılığı, güvenli ortam sağlanamadığı durumlarda tehlikeli veya riskli olması durumunda sanal gerçeklik daha zengin görsel ortam ve olanak sağlamaktadır (Rest, 1993; Latchem vd., 1993; Hartley, 1993).

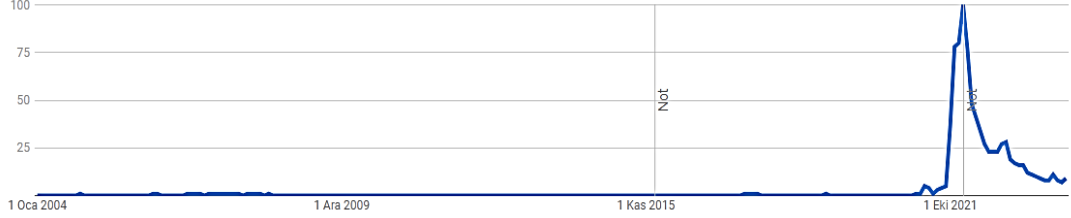
### 2.3. Fen Laboratuvarlarında Metaverse

Metaverse kavramı bir bilim kurgu yazarı olan Neal Stephenson tarafından ortaya atılmıştır. Metaverse kavramı fiziki gerçekliğimize paralel olarak zuhur olan sanal bir dünyayı temsil eder. “Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)” ve “Sanal Gerçeklik (Virtual Reality)” gibi sanal ortamlar insanlar ve dijital nesnelerin çoklu duyuşsal etkileşimine dayanmaktadır (Gupta, 2023; Hatzilygeroudis, 2022). Metaverse’ü günümüzde en aktif kılan araçlar sanal gerçeklik uygulamalarıdır. Dünya üzerindeki teknolojik gelişmelerin hızı, günümüzde her alanda olduğu gibi eğitim alanında da bir kaldıraç etkisi yaratmıştır. Günümüzde Z kuşağı öğrencilerinin öğrenme ihtiyaçları, motivasyonları, derslerden beklentileri, davranışları, derse karşı istekleri önceki nesillere göre farklılık göstermektedir (Baysan, 2015). Milenyumlar’dan sonra ve Alfa kuşağı’ndan önce gelen dijital yerli olarak adlandırılan Z kuşağı bireyleri gerçek ve hayalin ayırt edilemeyeceği bir sanal dünya fikrini içselleştirmişlerdir (Göçen, 2022).

Metaverse reklamcılık, alışveriş, ekonomi, üretim, bankacılık, para, sağlık, sinema, film, eğlence sektörü gibi alanların yanı sıra önemli toplumsal sosyal hareketlilikler ve eğitim öğretim alanına etki etmektedir (Alkan ve Bolat, 2022). Metaverse kullanıcılara iş dünyasından eğlence dünyasına, oyundan öğrenmeye sanal bir ortamda geniş bir aktivite yelpazesi sunar. Metaverse kullanımı özellikle internetin ortaya çıkışından sonra, Covid 19 pandemisiyle birlikte eğitim alanında önemli ölçüde ilgi görmüştür. Öğretmenler için kullanımı kolay sanal sınıflar, öğrenenler için uzaktan öğrenme ortamı ilgi çekici bir çözüm haline gelmiştir (Hocaoğlu, 2023). 2004 yılından günümüze kadar olan süreçte Metaverse kavramı ile ilgili Google Trends verileri 2021 yılında önemli derecede artış göstermiş olup, sonrasında düşme eğilimi göstermiştir. Şekil 1’de değişen eğilim görülebilir.

## Şekil 1

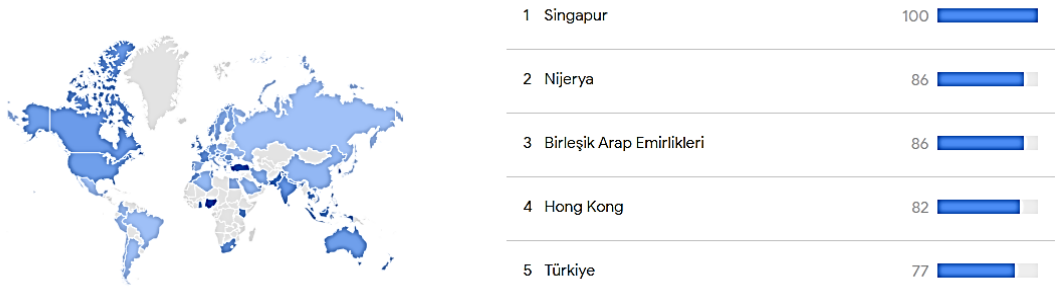
2004-2024 arası Metaverse kavramına ilişkin Google Trends verileri (29 Ocak 2024).



Metaverse kavramına ilişkin Google aramada 2021 yılındaki yükseliş ve sonrasında meydana gelen düşüş akıllara “Yapay Zekâ Kışını” getirmektedir. 1970-1990 arası yapay zekâ alanında finanstan medyaya kadar olan ilgide önemli ölçüde düşüş yaşanmış olup, konu üzerine girişimler ve yazılar yeniden başlamıştır (Floridi, 2020; Sargin ve Göçen, 2020). Metaverse kavramına ilişkin ülkeler arası ilgi derecesine bakıldığında ilk sırada Singapur gelmekte olup, Türkiye beşinci sırada yer almaktadır. Şekil 2’de ülkelerden konuya ilişkin arama bazlı ilgi düzeyleri verilmiştir.

## Şekil 2

Ülkelere göre konuya gösterilen ilgi dağılımına ilişkin Google Trends verileri (24 Ocak 2024).



Konuya olan ilgi artışının Covid 19 pandemi dönemine denk gelmesi tüm dünyanın çevrimiçi eğitime geçmesiyle ilişkilendirilebilir (Sirvermez ve Baltacı, 2023). Günümüz teknolojisindeki gelişim Metaverse’ü bir gerçeklik haline getirmiştir ayrıca fen eğitimi için de alternatif öğrenme ortamı olanağı sağlamıştır.

Örneğin Fen bilimleri kimya alanında kimyasal reaksiyonlar ve yapılar sanal ortamlar sayesinde geleneksel sınıf ortamında mümkün olmayan şekillerde üzerinde çalışmalarına ve görselleştirmelerine fırsat tanımaktadır (Taş ve Bolat, 2022). Yaparak ve yaşayarak öğrenme, ulaşılabilirlik, eşi benzeri olmayan bir deneyim, yapılandırıcılık, var olma algısı eğitim alanında kullanılan üç boyutlu sanal araçlar sayesinde etkinlik kazanmaktadır (Demirbağ, 2020). Metaverse dijital dünya ve fiziki gerçekliği birleştiren sanal bir evreni temsil eder. Kullanıcılar sanal evrende birbirleriyle ve ortamdaki nesnelere gerçek zamanlı olarak etkileşim halindedir. Öğrenciler Metaverse sayesinde fiziki gerçeklikte öğrenmesi mümkün olmayan kendilerine karmaşık gelen bilimsel kavramları keşfedip, öğrenebilirler. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları eğitim alanlarının birçoğunda süreci aktifleştiren bir araç olarak kullanılabilir. Eğitim sürecinde kazanılması gereken beceriler için hemen hemen her zaman ve her konumda farklı senaryolara göre kullanılabilen sanal dünya olumlu bir etki olarak karşımıza çıkmaktadır (Damar, 2021). Metaverse kullanıcılara sürükleyici deneyimler sağlayan sanal bir dünyadır (Mustafa ve Khan, 2022). Sanal dünya ortamı, öğretmenlerin geleneksel laboratuvar ortamında uygulanması güç olan öğrenme etkinliklerinin yürütülmesine olanak sağlamaktadır (Kaminska vd., 2019). Örneğin fen bilimlerinde biyoloji konuları için sağlanacak sanal öğrenme ortamı sayesinde gerçek hayat senaryoları kullanılarak yapılan alıştırmalar, değişkenleri değiştirerek senaryoları değerlendirme, biyolojik proseslerin etkin simülasyonu, etkileşimli eğitim ortamı bu dünya içinde gerçekleştirilebilir (Wolfram, 2020).

## **2.4. İlgili Araştırmalar**

### **2.4.1. Fen laboratuvarı ile ilgili araştırmalar**

Fen bilimleri bireylerin çevresinde gerçekleşen olayları algılanmasını, bu olaylar çerçevesinde bilimsel süreç becerilerini kullanmasını, algıladıkları problemlerle baş etmelerini, bilimsel bilgiyi günlük hayata aktarabilmelerini, üst düzey düşünme becerilerini kullanarak araştırma becerisi kazanmalarına olanak sağlamaktadır (Korkmaz, 2000). Fen bilimleri her geçen gün değişen ve gelişen dünyada bireylerin çağa ayak uydurabilmeleri için çeşitli yöntemlerle öğrencilere aktarılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan laboratuvar yöntemleri öğrencilerin

yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine olanak sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin öğrenmelerine pozitif yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Sarioğlan, 2015; Yavuz ve Akçay 2017). Fen bilimleri bilimsel içerikler dışında bireyin hayal gücünün gelişmesine katkı sağlayan, soyut olan kavramları somutlaştırarak anlamak için gösterilen uğraşların tamamıdır (Çepni ve Çil, 2009). Nuhoglu ve Yalçın (2004) öğretmen adaylarının fen laboratuvarına yönelik tutumlarını incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında öğrencilerin soyut olan fen bilimleri konularının laboratuvar ortamlarında somutlaştırılarak daha iyi öğrenmelerine olanak sağladığını bu yüzden laboratuvar uygulamalarına önem verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Yapılan literatür taramasında farklı sınıf seviyesindeki fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoloji, kimya ve fizik laboratuvarlarına yönelik tutumlarının belirlendiği çalışmanın sonucunda; öğretmen adaylarının en fazla olumlu tutum sergilediği laboratuvarın biyoloji laboratuvarı olduğu, bunu kimya laboratuvarının takip ettiği ve en az ilginin fizik laboratuvarına yönelik olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sınıf seviyeleri arttıkça her üç fen laboratuvarına yönelik tutum puanlarının arttığı tespit edilmiştir (Nuhoglu vd., 2004). Karşlı ve Ayas (2017) Zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyalinin fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal değişimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında “Buharlaşma ve Kaynama” kavramlarının öğretiminde laboratuvar çalışmalarının kavramsal anlamalarını daha fazla artırdığı bu yüzden laboratuvar rehber materyalinin kavramsal değişim sağlamasında olumlu yönde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kaya ve Büyük (2011) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarına yönelik özyeterliklerinin çeşitli değişkenlerle incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmaları bakımından kendilerini yeterli düzeyde buldukları belirlenmiştir.

Yapılan literatür taramasında fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarındaki yeterlikleri ve uygulama esnasında karşılaşılan problemlerin belirlendiği çalışmanın amacı uygulama esnasında karşılaşılan problemlerin çözümüne ilişkin fikir sunmaktır. Çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar ekipmanlarını yeterli derecede tanımadıkları, bu yüzden kullanamadıkları ayrıca ekipmanların bakımı hakkında bilgilerinin olmadıkları için laboratuvar yöntemini yeterince kullanmadıkları tespit edilmiştir (Keskin Geçer, 2018). Çakmak

(2008) yaptığı araştırmaı fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumları ile fen bilimlerine yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürütmüştür. Çalışma sonucunda sınıf seviyesi ve cinsiyetin laboratuvar tutumunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kız öğretmen adaylarının fen bilimlerine yönelik tutumlarının erkeklere göre daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının fen bilimlerine yönelik tutum puanları arttıkça, fen laboratuvarına yönelik tutum puanlarının da orta düzeyde arttığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan literatür taramasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarlarına yönelik tutumlarının belirlenmesinin araştırıldığı çalışmada; fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumları cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı seviyede farklılaşmamış olup, fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencilerinin laboratuvar tutumlarının 1. Sınıf öğrencilerine göre daha olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Sürücü vd., 2013). Nacaroglu ve Yıldırım (2021) yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri laboratuvar çalışmalarına yönelik akademik risk alma eğilimlerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin laboratuvar çalışmalarında risk alma düzeylerinin orta seviyede olduğu, uygulanan ölçeğin alt boyutlarına verilen cevaplar doğrultusunda temkinli risk alma en yüksek, koşulsuz risk alma davranışına ise en düşük davranış göstermeye eğilimli oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler için küçük gruplar halinde ve bireysel olarak deney yapmalarına fırsat sağlayacak uygun laboratuvar ortamlarının oluşturulması önerilmiştir.

Fen laboratuvarına yönelik tutum üzerinde cinsiyetin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 2000-2017 yılları arası Türkiye’de yapılmış araştırmalar ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Çalışma sonucunda incelenen bazı çalışmalarda cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmezken, bazılarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Bu sonuç bağlamında araştırmacılar fen laboratuvarına yönelik tutumun belirlenmesinde belirleyici bir faktör olmadığını, cinsiyetin bağımsız olduğunu belirtmişlerdir (Baysal ve Mutlu, 2019).

Yücel (2014) fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine göre fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına yönelik özyeterlik, tutum ve kaygı puanlarını incelemiştir. Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yürütölen bu araştırma sonucunda özyeterlik, tutum ve kaygı düzeyleri ile laboratuvar kullanımı arasında

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Laboratuvar kullanımına yönelik tutum, kaygı ve özyeterlik sınıf düzeylerine göre araştırıldığında sınıf düzeyleri arttıkça değişkenlere yönelik konuya hâkimiyetin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kurt (2017) yaptığı çalışmasında ortaokul fen bilimleri dersine laboratuvar kullanımının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda öğretmen ve öğrenci görüşleri alınmış olup, iki grubunda fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına yönelik olumlu tutum beslediği sonucuna ulaşılmıştır. Laboratuvar ortamında işlenen fen bilimleri derslerinin, sınıf ortamında işlenen fen bilimleri derslerine göre daha akılda kalıcı ve sürükleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler geleneksel olarak işlenen ders ortamında kazanımı anlamakta zorlandıklarını, laboratuvar ortamında yaparak ve yaşayarak deneyim kazanmalarının kazanımı anlamadaki güçlüğü azalttığını belirtmişlerdir.

Sınıf öğretmen adaylarının fen laboratuvarlarına ilişkin görüşlerinin incelendiği bir başka çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda öğretmen adaylarının fen laboratuvarları hakkında genel olarak bilgi sahibi oldukları, fen eğitiminde laboratuvar kullanımının dezavantajdan ziyade avantaj sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır (Kızılay vd., 2020). Şenler vd. (2017)'in yaptıkları çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji laboratuvarına yönelik algı ve tutumlarının incelenmesini amaçlamıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre katılımcıların fen ve teknoloji laboratuvarına yönelik algı, laboratuvar malzemeleri ve kuralları, ders ve laboratuvar ilişkisi, öğrenci ilişkileri parametreleri ile fen ve teknoloji laboratuvarına yönelik tutum, laboratuvar dokümanları, laboratuvarın önemi, laboratuvar ekipman kullanımı parametreleri arasında istatistiksel olarak pozitif yönlü korelasyon tespit edilmiştir.

Fen bilgisi öğretmenlerinin günümüz öğretim anlayışına göre laboratuvarların uygulanabilirliğine ilişkin yeterlikleri, görüşleri ve sorunlarının incelendiği çalışmanın sonucunda öğretmenlerin bir kısmının laboratuvarı aktif olarak kullandıkları, bu çerçevede kendilerini yeterli gördükleri belirlenmiştir. Laboratuvar uygulamalarına ilişkin yeterlik düzeyi kadın öğretmenlerin lehine sonuçlanmıştır. Öğretmenlerin geneli laboratuvar ekipmanlarını yeterli bulduğunu ancak sınıfların kalabalık olması nedeniyle olası güvenlik problemi yüzünden laboratuvar çalışmalarını azaltmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Öğretmenler laboratuvar

uygulamalarının daha fazla olması için bağımsız bir ders olarak planlanabileceği ayrıca motivasyonlarını artıracak durumların olması gibi çözüm önerilerinde bulunmuşlardır (Çelik vd., 2021).

Yapılan literatür taramasında fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersine ilişkin eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada fen bilgisi dersi öğretim programının içerik, öğretme öğrenme süreci, amaç, ölçme değerlendirme gibi öğelerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Ceylan vd., 2019). Fen eğitiminde laboratuvar uygulamalarına yönelik yapılan çalışmaların büyük bir kısmı laboratuvara yönelik tutum, laboratuvarda karşılaşılan zorluklar, laboratuvarlar yönteminde kullanılan çeşitli teknikleri oluşturmaktadır (Akgün, 2010; Lowe vd., 2012; Olympiou ve Zacharias, 2011). Brown ve Atkins'e (1997) göre laboratuvar uygulamaları öğrencilere gözlem yapma, araştırma gibi beceri ve yaklaşımların kazandırılabilmesi, bilimsel araştırma yöntemleri ve problem çözme becerilerine karşı olumlu bir tutum geliştirmesine yardımcı olmaktadır (Ergin vd., 2005).

Ortaokul fen bilimleri dersi ve laboratuvar uygulamalarına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşlerinin alındığı bir çalışmada öğretmenler öğrencilerin laboratuvar ortamında konuları yaparak ve yaşayarak öğrendiğini ayrıca derse olan ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin laboratuvar çalışmalarında karşılaştıkları zorluklar sınıfların kalabalık olması, deney ekipmanlarının eksik olması, laboratuvar ortamının tesisat sorunu olarak belirlenmiştir. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde öğrencilerin geneli laboratuvar ortamında güvenlik önlemleri alınması önerisinde bulunmuşlardır (Soğukpınar ve Gündoğdu, 2020). Uzaktan eğitimde deney yapma ile ilgili fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin alındığı bir çalışmada uzaktan eğitim sürecinin kullanım kolaylığı, rahatlığı, soyutu somutlaştırıcı olması gibi avantajlarının yanı sıra hazır bulunmuşluğunun eksik olması, öğrenciden geri dönüt alamama gibi dezavantajlardan söz edilmiştir. Ayrıca öğretmenlere deney yapmada yüz yüze ve uzaktan eğitimden hangisini tercih ettikleri sorulmuştur. Bunun sonucunda katılımcıların çoğu yüz yüze eğitimde deney yapmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmada internet altyapı iyileştirmesi, uzaktan eğitimde fırsat eşitliği, deneylere ilişkin ders planı geliştirilmesi gibi tavsiyelerde bulunulmuştur (Duman, 2023).

Alan yazın incelendiğinde, çalışmalarda bazı genel eğilimler göze çarpmaktadır. Laboratuvar uygulamaları doğru ve etkili bir biçimde yapıldığında öğrencilerin psikomotor ve problem çözme becerilerinin gelişmesini, kendi bilgilerini oluşturmalarını, fen bilimlerine karşı olumlu yönde tutum geliştirmelerini sağlamaktadır (Böyük vd., 2010). Yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan bulgular doğrultusunda laboratuvar ortamı güvenliğinin sağlandığı ölçüde, bireyde duyuşsal, bilişsel, psikomotor, yaşam ve bilimsel becerilerinin etkin olarak kullanılmasına olanak sağlayan atölyeler olarak görülmektedir (Çelik, 2018). Hastürk'e (2018) göre laboratuvar uygulamaları sayesinde öğrenciler ezber dayalı öğrenmeden kurtulmakta olup aktif yaşam ortamına hazırlandıkları için bilgiyi zihinlerinde yapılandırmaktadırlar. Fen eğitiminde laboratuvarların kullanımı öğrencilerin bilimsel süreç becerisinin gelişmesi, problem çözme becerisinin gelişmesi, muhakeme yeteneklerinin artması, fen bilimlerine yönelik tutumlarının olumlu yönde değişmesini sağlamaktadır (Seven ve Engin, 2018). Yapılan çalışmalarda laboratuvarlara yönelik tutumların genel olarak olumlu yönde olduğu ancak fiziki şartlar uygun olmadığı için öğrencilerin laboratuvar derslerine karşı kaygılı olduğu tespit edilmiştir (Dilber vd., 2006). Yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde laboratuvar ortamlarının emniyeti, fiziki durumu ve öğretim programına uyumluluğu konusunda olumlu yönde ilerlemeler kaydedilmekle birlikte, öğrencilerin laboratuvar ortamına aktif katılımını sağlamak için ortamın tasarımının değiştirilmesi, emniyetinin ve ekipman yeterliliğinin artırılması gibi gelişmelerin sağlanması değerlendirilebilir (Çelik, 2018). Fiziki şartlar günümüz şartlarında gelişen teknoloji ile birlikte değişebilmektedir. Yapılan bir çalışmada ders saatinin az olması ve yeterli donanımın bulunmaması laboratuvar kullanımını sınırlamaktadır (Demir vd., 2011). Çinici vd. (2013) yaptıkları çalışmada okullarda bulunan malzeme ve laboratuvar eksikliğinin ya da kalabalık sınıflar nedeniyle ancak gösteri deneyi yapabilme sınırlılığında sanal gerçeklik tabanlı uygulamaların iyi bir alternatif olabileceğini, maliyet açısından da avantajlı olacağı ortaya koymuşlardır.

#### **2.4.2. Fen bilimlerinde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve metaverse ilgili araştırmalar**

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte öğretim yöntemlerinde yeni alternatif yollara başvurulmuş olup sanal gerçekliğin uygulandığı gözle görülmektedir. Fen

laboratuvarında simülasyon kullanımının öğretici olduğu, öğrenci ve öğretmen açısından motivasyonu artırdığı düşüncesi bunu destekler niteliktedir (Özdener, 2005). Öğrenciler simülasyonlar sayesinde öğrendikleri konulara ait farklı yönleri birleştirerek genelleyebilirler (Yalın, 2015). Gerçek yaşamda kullanımı mümkün olmayan, elde edilemeyen nesnelere kullanıyormuş hissi veren teknolojik araçlardan olan simülasyonlar, öğretim sürecinde öğretmenlerin öğrenme ortamına getirmesinin güç olduğu nesnelere sanal gerçeklik aracılığı ile öğrenme ortamına getirilerek öğrencilere yaparak ve yaşayarak öğrenme imkânı sağlamaktadır (Can ve Şimşek, 2016).

Günümüzde hızla yaygınlaşmakta olan sanal gerçeklik teknolojisi, dijital bir ortamda üç boyutlu içeriklerin kullanıcı ile etkileşimli olarak görselleştirilmesinin sağlandığı bir teknolojidir (Sarıoğlu ve Girgin, 2020). Sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde öğrenciler yaptıkları deneylerin süreçlerine istedikleri gibi müdahale etmekte ve değişkenleri istedikleri gibi değiştirebilmektedir. Bu öğrencilerin keşfederek öğrenmesini sağlamakta olup, öğrenme sürecine aktif katılımlarına yardımcı olmaktadır (Tanel ve Tanel, 2010).

Yapılan literatür taramasında fen eğitiminde sanal gerçeklik kullanımına dair çalışmalar sınırlı sayıdadır. Barron ve Orwig (1993) yaptıkları çalışmada öğrencilerin sanal gerçekliğe olan tutumlarını incelemeyi amaçlamış olup öğrencilerin sanal gerçekliğe tutumlarının olumlu yönde olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada öğrencilerin sanal gerçeklik uygulamalarını dış mekân gibi faktörlere tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Büyükkara (2011), fen bilimlerinde ses konusu için hazırlanan simülasyonları kullanarak sanal bir laboratuvar oluşturmuş ve yapılacak öğretimin öğrenci tutumu ve başarısı üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda simülasyon kullanarak oluşturulan sanal laboratuvar ortamında çalışılan grup daha başarılı olmuştur. Yapılan literatür taramasında iki farklı sınıftan deney ve kontrol grubu oluşturularak ön test ve son test uygulanan bir çalışmada; sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. Sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda sanal laboratuvarın kullanıldığı öğrenci grubunun daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Çinici vd., 2013).

Fen eğitiminde astronomi ile ilgili konular da öğrenciler için algılanması ve kavranması zor olan konulardan biridir. Örneğin Data Science (2011) tarafından

geliştirilen Metaverse uygulaması sayesinde öğrenciler bu sanal dünyada güneş sistemimizi rahatlıkla keşfedebilirler. Öğrenciler sanal gerçeklik uygulaması sayesinde gezegenler arasındaki ilişkileri rahatça öğrenebilirler. Böylece motivasyonları artacak ve astronomiye karşı olumlu tutum sergileyeceklerdir. Arıcı ve Aktamış (2013) astronomi konularında üç boyutlu görsel tasarımları içeren sanal gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısına ve kalıcılığına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada sanal gerçeklik uygulamalarının öğrencinin akademik başarısını ve kalıcılığını olumlu etkilediği yönünde bir sonuca ulaşılmıştır. Fen eğitiminde sanal ortamın sağladığı astronomik seyahat sayesinde gezegenler öğrencilere kolaylıkla tanıtılmaktadır (Oyelude, 2017).

ABD'nin Kuzey Teksas eyaletinde birçok üniversitenin katılımıyla yürütülen bir araştırmada, Ay'ın evreleri konusundaki öğretimde üç boyutlu olarak hazırlanan sanal modellerin öğrenci başarısına etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda Güneş, Dünya, Ay modeli üzerinde çalışmak için on beş tane laboratuvar ortamı hazırlanmış olup, laboratuvarların sekizi üç boyutlu, yedisi iki boyutlu olarak hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrenci başarısının üç boyutlu laboratuvar kullananların, iki boyutlu laboratuvar kullananlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Cid ve Lopez, 2010). Bu bağlamda sanal ortamların astronomi konularını anlamakta büyük öneme sahip olduğu söylenebilir.

Bir araştırma sonucunda eğitim ve öğretimde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ilgi çekici bir konu haline geldiği belirtilmiştir (Lee, 2012). Sanal gerçeklik bilgiyi akılda tutmaya ve ustalıkla öğrenmeye teşvik ettiği için eğitime yenilikçi bir yaklaşım olarak ortaya konulmakta olup oyun tabanlı öğrenme ilkeleriyle birlikte haptik teknolojiye olumlu katkı sağlamaktadır (Butt vd., 2018). Amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının biyolojide sanal laboratuvar kullanımına ilişkin görüşlerinin incelenmesi olan bir araştırmanın sonucunda öğretmen adayları sanal laboratuvarların biyolojide kullanımının yararlı olacağından, zamandan ve ekonomiden tasarruf sağlayacağından, materyal yetersizliğinde alternatif olarak kullanılabileceğinden, soyut ve karmaşık olan kavramları somutlaştırmasından ancak ülkemizde sanal laboratuvar uygulamaları bağlamında geri kalındığından bu durumun dil yetersizliğinden ötürü uygulamaların kullanımında sıkıntı yaratabileceğinden bahsetmişlerdir (Koca ve Kızılay, 2024). Henderson ve Feiner (2007), bilişsel yükün gerçek ve sanal nesnelere üç boyutlu olarak birleştirilmesi

sonucunda azaldığını keşfetmişlerdir. Yapılan bir çalışmada biyoloji dersi için geliştirilen sorgulamaya dayalı bir Metaverse programının fen bilimlerinde üstün yeteneğe sahip öğrencilerin duyuşsal alanlarında pozitif yönde etki sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Byeon, 2022). Yapılan bir başka çalışmada ise biyoloji laboratuvarında kullanılan OnLabs sanal gerçeklik uygulamasının Bloom Taksonomisinin altı (bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez, değerlendirme) düzeyine karşılık gelen eğitim hedeflerini yerine getirip getirmeyeceği, öğrencilerin bilgi düzeylerine ilişkin güveni artırıp artırmayacağı, gerçek biyoloji laboratuvar ortamında optik mikroskobu nasıl kullanacaklarına yardımcı olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma örneklemini Yunanistan Patras Üniversitesi'nde öğrenim görmüş olan ilköğretim eğitimi bölümü dördüncü sınıf lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Yapılan ön test-son test uygulamaları sonucunda deney grubu öğrencilerinin son test puanlarının daha yüksek olduğu, kontrol grubuna göre daha başarılı oldukları ve OnLabs uygulamasını kullandıktan sonra gerçek laboratuvar ortamında çalışırken bilgi ve deney becerilerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fen eğitiminde simülasyon kullanımının olumlu katkı sağladığını ayrıca laboratuvar uygulamalarının ayrıntılarını kavramak için umut verici olduğunu vurgulanmıştır (Paxinou vd., 2020).

Literatür taramasında sanal gerçeklik uygulamalarının bir eğitim aracı olarak kullanılması kullanıcıların analitik düşünme becerilerini ve performansını geliştirdiği kanısına varılmıştır. Ayrıca sanal ortamlar sayesinde öğrencilerin katılım ve motivasyon düzeylerinin arttığı da belirtilmiştir (Schoenfeld, 2016). İnsan nüfusunun hızla artmasıyla birlikte eğitsel gerekliliğin artması sonucunda ilgili teknolojinin eğitim sürecine katkı sağladığı tartışmasız bir gerçektir. Amacı ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin periyodik tablo konusunu artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin yardımıyla öğrencilere öğretmek olan bir çalışmada laboratuvar kullanma imkânı olmayan okullarda periyodik tablonun etkileşimli olarak öğretildiği bir eğitsel artırılmış ve sanal gerçeklik (karma) oyunu tasarlanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda periyodik tabloda bulunan elementler öğretilirken, bileşik oluşturulmuş ve uygulama çalışırken bileşikler yanlış oluşturuluyorsa patlama efekti ile periyodik tablo eğitimi doğru bir şekilde öğretilmiştir. Ancak bu olumlu yanların dışında kullanılan teknolojik araç (gözlük) 30 dakikadan sonra göz yorgunluğuna yol açmıştır (Avcı ve Taşdemir, 2019).

Uzaktan eğitimde sınıf öğretmen adaylarının sanal laboratuvar ve sanal laboratuvarların avantajları ve dezavantajlarına ilişkin görüşlerinin incelendiği bir çalışmanın sonucunda sınıf öğretmen adaylarından bazıları sanal laboratuvarları internet tabanlı çevrimiçi ve bilgisayarlı laboratuvarlar olarak ifade ederken, birçoğu laboratuvar simülasyonları olarak ifade etmişlerdir. Sanal laboratuvarların laboratuvar imkânı bulunmayan okullar için yararlı olabileceğini, her yerde, her zaman erişilebilir olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının birçoğu sanal laboratuvar deneyimlerini pratik uygulamalara dönüştüremedikleri için yüz yüze eğitim kadar etkili olmadığını, bu durumun kalıcı öğrenme açısından problem oluşturabileceğini belirtmişlerdir (Kızılay ve Saylan Kırmızıgül, 2022). Yapılan bir araştırmanın sonucunda sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimde kullanılmasının, öğrencilerin derslere olan ilgisini ve katılımını artırdığını, aynı zamanda öğrenme deneyimlerini daha etkileşimli ve dikkat çekici hale getirdiğini göstermektedir (Huang vd., 2010). Araştırmada elde edilen bu bulgular üç boyutlu sanal öğrenme ortamlarının, yüz yüze laboratuvar deneyimlerinin sınırlılıklarını aşmada etkili bir çözüm olabileceğini destekler niteliktedir.

Göçen (2022) yaptığı çalışmada, Metaverse olgusunu eğitim bilimleri alan yazın ışığında incelemek ve Türkiye’de eğitim bağlamındaki Metaverse konulu çalışmaları incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda Türkiye’de Metaverse konulu birçok farklı alanda araştırma olmasına rağmen eğitim ve öğretim odaklı olan çalışmaların az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Türkçe çalışmalarda Second Life, Artırılmış Gerçeklik ve Sanal gerçeklik gibi Metaverse’ün alt boyutları ve araçlarına yoğunlaşmıştır (Karabatak, 2020).

Yapılan literatür taramasında sanal gerçeklik ile ilgili 30 makalenin incelendiği bir çalışmada sanal gerçeklik uygulamalarının fen öğretiminde olumlu yönde katkı sağlayacağına ön görüldüğü, ABD ve Türkiye’nin bu alanda deneysel çalışmaları tercih ettiği sonucuna ulaşılmıştır (Durukan vd., 2020). Ayrıca Durukan vd. (2020)’nin yaptıkları bir başka çalışmada sanal gerçeklik teknolojisi ile zenginleştirilen laboratuvarların gerçek hayatta gözlemlenmesi mümkün olmayan olayları herhangi bir okulda erişilebilir hale getirdiğini, bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi yönünden yalnızca öğrencilerin değil, öğretmen adaylarının da yetiştirilmesi gerektiği görüşünü belirtmişlerdir. Ayrıca Freina ve Ott (2015) yaptıkları literatür taramalarında sanal gerçeklikle ilgili ortaokul çağındaki

öğrencilere yönelik çalışmaların az olduğunu, sanal gerçekliğin ortaokuldan itibaren eğitime entegre edilmesinin büyük faydalar sağlayabileceğini ifade etmişlerdir. Bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte yaygınlaşmaya başlayan sanal gerçeklik uygulamaları eğitim ortamlarına farklı bir boyut kazandırmaktadır (Çavaş vd., 2004). Bu bağlamda sanal gerçeklik ve Metaverse uygulamalarının eğitime entegre edilmesi öğrencilerin derse olan ilgilerini ve tutumlarını zengin görsel materyalleri sayesinde artırabileceği, öğrencilerin eğitimde her bilgiye yer ve zaman gözetmeksizin somut olarak ulaşabilmesine olanak sağlayacağı düşünülebilir. Laboratuvar uygulamalarında öğrenme ve öğretmenin sanal gerçeklik uygulamaları sayesinde arttığına yönelik olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Cobb vd., 2009; Couture, 2004). Bu bağlamda Metaverse bilgi teknolojilerinin entegrasyonunda akıllı bir eğitim ortamı oluşturmak için kullanılabilir (Zhou, 2022). Öğrenciler sanal gerçeklik dünyasında gerçek dünya senaryolarını sürükleyici bir şekilde deneyimleme fırsatı bulmaktadır (Yu, 2022). Bu olumlu yanlarına rağmen eğitimde Metaverse derse olan alakanın çabuk dağılması, dikkat eksikliği, yazılım ve özel donanım ihtiyacı, güvenlik ihlalleri ve ciddi gizlilik ihlalleri gibi zorluklara yol açmaktadır (Kye vd., 2021; Wang vd., 2022). Ayrıca Literatür taraması sonucuna dayanarak elde edilen veriler doğrultusunda sanal dünyanın pedagojik ve teknik sınırlılıkları: öğrenci gruplarını kontrol edememe, sanal dünya üzerine pedagojik unsurların ve ders içeriklerinin entegre edilmesinin zorlu ve karmaşık bir süreç olması, eğitimcilerin sanal ortamların oluşturulmasında yeterli bilgi ve becerilere sahip olmamaları şeklinde sıralanmaktadır (Koçak vd., 2018). Bu sınırlılıklara rağmen öncelikle eğitim alanında olmak üzere çeşitli alanlar için önemli olanaklar sağlamakla birlikte Metaverse teknolojisinin ortaya çıkmasında sanal gerçeklik teknolojisi kilit rol oynamaktadır (Durak ve Çetinkaya, 2023). Nitekim yapılan araştırmalardan elde edilen tespitler doğrultusunda eğitim ve öğretimin içerisine Metaverse uygulamalarının entegre edilmesi öğrencilerde etkileşimli öğrenmeyi, motivasyonu, kalıcı öğrenmeyi, öğrenci katılımını sağlamakla birlikte; simülasyonlar, sanal geziler, interaktif çalışmalar ve rol yapma gibi sürükleyici deneyimler yaşatmaktadır (Yağcı ve Şentürk, 2023).

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Araştırma, nitel araştırma yöntemini kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma yöntemi, değişken, tartışmalı ve karmaşık bir alandır; birçok farklı yöntemi içeren geniş bir yelpazeye sahiptir. Nitel araştırma tek bir yaklaşımı ifade etmez, aksine çeşitli araştırma uygulamalarını içeren kapsamlı bir terimdir (Punch, 2011). Creswell (2013)'e göre nitel araştırma “sosyal ya da beşerî bir probleme grupların veya bireylerin yönelttiği anlamları keşfetme ve anlamaya yönelik bir yaklaşımdır”. Nitel araştırma, birbirleriyle ilişkili karmaşık terimleri, sayıtları ve kavramları içermektedir. Nitel araştırmada tümevarım ilkesi hakimdir ve araştırmacı topladığı detaylı ve tanımlayıcı verilerden yola çıkarak incelediği problem durumuna ilişkin temel olan temaları ortaya çıkarıp, topladığı verilerden yola çıkarak bir teori oluşturma çabası içerisindedir (Glaser ve Strauss, 1967). Araştırmasının nitel bir desende tasarlanması için tümevarım ilkesi önem arz etmektedir (Baltacı ve Balcı, 2017).

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmacı araştırmaya katılan katılımcıların konu ile ilgili deneyimlerini, düşüncelerini, hissettiklerini, konuya dair algılarını ve bilgilerini araştırmaktadır (Van Manen, 2007). Bu bağlamda araştırmada fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse uygulamalarından en az birini deneyimlemiş fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinin ve ihtiyaçlarının belirlenmesi amaçlandığı için nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji (olgu bilim) deseni kullanılmıştır. Fenomenoloji deseni, farkında olunan ancak detaylı ve derin bir anlayışa sahip olunmayan olgulara odaklanmayı amaçlar. Nitel araştırmanın konusu olan olgular veya olaylar, doğal ortamlarında gelişirler (Patton, 2014). Bu olgular, yaşadığımız dünyada çeşitli biçimlerde karşımıza çıkarlar: Algılar, olaylar, deneyimler, kavramlar, yönelimler ve durumlar (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Diğer bir tanıma

göre, fenomenoloji deseni, belirli bir fenomen veya kavramla ilişkilendirilen bireylerin duygularını, düşüncelerini, bakış açılarını ve algılarını ifade etmelerine olanak tanır; böylece bu fenomenin nasıl deneyimlendiğini tanımlamak için kullanılan bir nitel araştırma yöntemidir (Rose vd., 1995).

### 3.2. Araştırma Grubu

Fenomenolojik araştırmalarda örneklem seçimi ve uygulama planı oldukça dar ve örnekleme bulunan katılımcıların üzerinde çalışılan olguyu tecrübe etmiş olmaları ya da tecrübe etmiş kişilerle temas etmiş olmaları gerekmektedir (Rolfe, 2006). Fenomenolojik çalışmalarda araştırmacılar, belirledikleri olguyu tecrübe etmiş ögelere ihtiyaç duymaktadırlar bu yüzden amaca yönelik örnekleme yöntemini tercih etmektedirler (Rubin ve Babbie, 2016). Ölçüt örnekleme fenomenolojik araştırmalarda araştırılan olgu ile ilgili tecrübelerle sahip kişileri temsil etmesi açısından oldukça avantajlıdır. Bu nedenle araştırmanın çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örneklemenin amacı bazı önem ölçütlerini karşılayan durumları gözden geçirmektir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmanın çalışma grubu bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 3. ve 4. sınıfta öğrenim gören teknoloji entegrasyonu ile ilgili ders alan, fen laboratuvarı deneyimi olan 16 öğretmen adayından oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının %31,2'si 3. Sınıf, %68,8'i 4. Sınıf öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının %75'i kız, %25'i erkek katılımcılardan oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının sınıf seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir. Öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 2**

*Araştırmaya Katılım Sağlayan Öğretmen Adaylarının Sınıf Seviyeleri*

Sınıf Seviyesi	N	Yüzdeler
3. Sınıf	5	%31,2
4. Sınıf	11	%68,8

**Tablo 3***Araştırmaya Katılım Sağlayan Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri*

Cinsiyet	N	Yüzdeler
Kadın	12	%75
Erkek	4	%25

### 3.3. Pilot Çalışma

Pilot çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının sanal laboratuvarları ve biyoloji derslerindeki kullanımları hakkındaki görüşlerini araştırmayı amaçlamıştır.

Çalışmanın soruları şunlar olarak belirlenmiştir:

1. Fen bilgisi öğretmen adayları sanal laboratuvarlar hakkında ne bilmektedirler?
2. Fen derslerinde sanal laboratuvarların kullanımıyla ilgili öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?
3. Öğretmen adayları fen derslerinde kullanılacak sanal laboratuvar uygulamaları hakkında ne bilmektedir?
4. Öğretmen adayları, sanal laboratuvar uygulamalarının hangi fen dersi için uygun olduğunu düşünmektedir?
5. Fen bilgisi öğretmen adayları, biyoloji derslerinde sanal laboratuvarların kullanımı hakkında ne düşünmektedir?
6. Fen bilgisi öğretmen adayları, biyoloji derslerinde sanal laboratuvarların kullanımının avantajları hakkında ne düşünmektedir?
7. Fen bilgisi öğretmen adayları, biyoloji derslerinde sanal laboratuvarların kullanımının dezavantajları hakkında ne düşünmektedir?

Pilot çalışma, Türkiye'deki bir kamu üniversitesinde en az bir teknoloji entegrasyonu dersi almış olan dört fen öğretmen adayından (iki kız ve iki erkek) oluşan bir çalışma grubunu içermiştir. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adayları, sanal laboratuvarların öğrencilere deneyim kazandırma ve eleştirel düşünme ile araştırma becerilerini güçlendirme konularında yardımcı olduğunu iddia etmektedirler. Fen derslerinde sanal laboratuvarların kullanılması, öğretmenler için uygun, güvenilir ve yönlendirme gerektiren bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, fen öğretmen

adaylarının görüşlerine göre, sanal laboratuvarların kullanımı, fen eğitimi için önemlidir, ekonomiktir ve gerçeğe yakın bir öğrenme imkânı sunmaktadır.

Biyoloji derslerinde sanal laboratuvarların kullanımının birçok faydası olduğunu belirten fen öğretmen adayları, bunun biyoloji temalı konular içerdiğini, laboratuvar çalışması fırsatları sunduğunu ve öğrencilere mikroskop kullanma imkânı verdiğini vurgulamışlardır. Sanal laboratuvarların sağladığı avantajlar, geleneksel laboratuvarlara göre daha az maliyet gerektirdiği, taşınabilir olduğu, canlılara zarar vermediği ve bilgiye kolay erişim sağladığı açısından öne çıkmaktadır. Sanal laboratuvarlarla ilgili ifade edilen dezavantajlara bakıldığında, dil problemleri, gerçeklikten uzak bir laboratuvar ortamı ve özellikle yabancı dilde hazırlanan sanal laboratuvarlarda yanlış öğrenme olasılığı gibi sorunlar olduğu görülmektedir. Pilot çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak araştırmaya katılan öğretmen adaylarının sayılarının artırılmasına karar verilmiştir. Sanal gerçeklikle ilgili soruların bazılarının korunmasına, sanal gerçekliğe ek olarak Metaverse ortamında laboratuvar uygulamalarıyla ilgili de soru eklenmesi yönünde bir düzenlemeye gidilmiştir.

#### **3.4. Veri Toplama Süreci ve Araçları**

Fenomenoloji araştırmalarında başlıca kullanılan veri toplama aracı görüşmedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Görüşme tekniklerinden biri olan yarı yapılandırılmış görüşme ise araştırılan konu hakkında derinlemesine soru sorma, verilen cevap anlaşılabilir değilse veya eksikse bile katılımcılara rehberlik edecek sorularla destek sağlaması açısından avantaj sağlamaktadır. Nitel araştırmalarda yarı yapılandırılmış görüşme sayesinde katılımcılar olguya yönelik duygu ve düşüncelerini kendi ifadeleriyle anlatabilmektedir (Merriam, 2013). Yarı yapılandırılmış görüşme, tam yapılandırılmış görüşmeye göre daha esnek bir yapıya sahip olup, belirlenen araştırma konusuna ilişkin farklı fikirlerin ortaya çıkması açısından kullanışlı bir görüşme türüdür (Karasar, 2013). Öğretmen adaylarının fen laboratuvarları hakkındaki düşünceleri, sanal gerçeklik ve Metaverse hakkındaki düşünceleri, fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımının öğrenme ortamına etkileri hakkındaki düşüncelerini öğrenebilmek için sanal laboratuvar konularıyla ilgili yapılan çalışmalar (Çinici vd., 2013; Çivril, 2018; Kavlak, 2023; Mutlu, 2015; Tatlı ve Ayas, 2011; Yavuz, 2022) incelenmiş olup, araştırmacı

tarafından hazırlanan altı ana ve altı sonda açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Görüşme soruları hazırlanırken konuya ilişkin soru sormaya, öğretmen adaylarını yönlendirecek soruların sorulmamasına, soruların akıcı ve anlaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacı tarafından hazırlandıktan sonra fen eğitimi alanında uzman üç öğretim üyesi tarafına iletilip, görüş alınmış ve revize edilmiştir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda yürütülen uygulama için Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu'ndan gerekli izinler alınmıştır (Başvuru No: 490). Öğretmen adaylarının demografik özellikleri cinsiyet ve sınıf seviyesi şeklinde alınmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme sorularının ilk hali uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda gerek kapsamı gerek dil bilgisi yönünden revize edilerek katılımcılara sunulmuştur. Görüşme soruları üzerinde yapılan değişiklikler aşağıda verilmiştir.

1. Uzmanlar “Laboratuvar ile ilgili bildiklerinizi bizimle paylaşır mısınız?” sorusu için genel olarak zihinde karmaşıklık yaratmaması ve daha temiz veri elde etmek adına sınırlandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda alınan dönütler doğrultusunda ilk soru araştırmacı açısından istenilen veriler ve katılımcının zihninde karmaşıklık yaratmaması açısından “Fen laboratuvarı ile ilgili neler biliyorsunuz?” şeklinde sınırlandırılmıştır.
2. Uzmanlar “Sanal gerçeklik ile ilgili bildiklerinizi bizimle paylaşır mısınız?” sorusunun genel olduğunu ve sınırlandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. İkinci soru alınan dönütler doğrultusunda “Sanal gerçeklik kavramını daha önce duydunuz mu? Duyduysanız sanal gerçeklik hakkında neler biliyorsunuz?” şeklinde sınırlandırılmıştır.
3. Uzmanlar “Metaverse ile ilgili bildiklerinizi bizimle paylaşır mısınız?” sorusunun genel olduğunu katılımcının zihninde karmaşıklık yaratmaması için sınırlandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Üçüncü soru uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda “Metaverse kavramını daha önce duydunuz mu? Duyduysanız Metaverse hakkında neler biliyorsunuz?” şeklinde sınırlandırılmıştır.
4. Uzmanlar “Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusunun genel olduğunu, temiz veri elde

edebilmek için sorunun maddelendirerek sorulması gerektiğini vurgulamışlardır. Dördüncü soru uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda sınırlandırılmış olup, araştırmacının istenilen verilere ulaşabilmesi ve katılımcının zihninde oluşabilecek karmaşıklığın önlenmesi açısından alt sorularla birlikte desteklenmiştir. Ana soru “Fen bilimlerinde laboratuvar kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?” alt sorular “Fen bilimlerinde laboratuvar kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?” ve “Fen bilimlerinde laboratuvar kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?”

5. Uzmanlar “Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik laboratuvarı kullanımına ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusunun genel olduğunu, istenilen verinin açıkça belirtilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Beşinci soru uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda sınırlandırılmış olup, araştırmacının istenilen verilere ulaşabilmesi ve katılımcının zihninde oluşabilecek karmaşıklığın önlenmesi açısından alt sorularla birlikte desteklenmiştir. Ana soru “Fen bilimleri laboratuvarında sanal gerçeklik kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?” alt sorular “Fen bilimlerinde sanal gerçeklik kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?” ve “Fen bilimleri laboratuvarında sanal gerçeklik kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?”
6. Uzmanlar “Fen bilimleri dersinde Metaverse laboratuvarı kullanımına ilişkin görüşleriniz nelerdir?” sorusunun genel olduğunu, istenilen verinin açıkça belirtilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Altıncı soru uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda sınırlandırılmış olup, araştırmacının istenilen verilere ulaşabilmesi ve katılımcının zihninde oluşabilecek karmaşıklığın önlenmesi açısından alt sorularla birlikte desteklenmiştir. Ana soru “Fen bilimleri laboratuvarında Metaverse kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?” alt sorular “Fen bilimlerinde Metaverse kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?” ve “Fen bilimleri

laboratuvarında Metaverse kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?”

Soruların son hali aşağıdaki gibidir:

- 1) Fen laboratuvarı ile ilgili neler biliyorsunuz?
- 2) Sanal gerçeklik kavramını daha önce duydunuz mu? Duyduysanız sanal gerçeklik hakkında neler biliyorsunuz?
- 3) Metaverse kavramını daha önce duydunuz mu? Duyduysanız metaverse hakkında neler biliyorsunuz?
- 4) Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
  - a) Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?
  - b) Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?
- 5) Fen bilimleri dersinde sanal gerçeklik kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
  - a) Fen bilimlerinde sanal gerçeklik kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?
  - b) Fen bilimlerinde sanal gerçeklik kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?
- 6) Fen bilimleri dersinde metaverse kullanımının öğrenme açısından etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
  - a) Fen bilimlerinde metaverse kullanımının öğrenme ortamına etkilerini değerlendirir misiniz?
  - b) Fen bilimlerinde metaverse kullanımının öğrenme açısından etkilerini öğretmenler ve öğrenciler açısından değerlendirir misiniz?

### **3.5. Verilerin Analizi**

Nitel araştırma verilerinin analiz sürecinde farklı tekniklerden yararlanılmaktadır. Süreci kolaylaştırmak için sürekli karşılaştırılmalı veri analizi ve daha çok kullanılan içerik analizi, betimsel analiz gibi teknikler kullanılmaktadır. İçerik analizi kategori oluşturma, elde edilen bulguları bölümlere ayırma, inceleme, karşılaştırma, kavramsallaştırma ve ilişkilendirmeyi esas alan bir süreçtir (Strauss ve

Corbin, 1990). Bir başka deyişle içerik analizi yöntemindeki temel amaç verileri açıklayabilecek kod ve temalara ulaşılması sonucunda verilerin ayrıntılı olarak incelenmesidir. Betimsel analiz tekniğindeki temel amaç ise yüzde ve frekanslardan yararlanarak elde edilen verilerden sık sık alıntı yapılması, verilerin düzenlenmesi, yorumlanması ile birlikte okuyucuya aktarılması sürecidir. Nitel araştırmalarda verilerin analizinde içerik analizi ve betimsel analiz yöntemlerinin kullanılması araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu bağlamda “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımı ile İlgili Görüşlerinin ve İhtiyaçlarının Belirlenmesi” adlı araştırmada içerik analizi ve betimsel analizden ortak olarak yararlanılmıştır.

### **3.6. Veri Analizinin Geçerliliği ve Güvenirliği**

Araştırmanın iç geçerliliğini (inandırıcılığını) sağlamak amacıyla, verilerin analizinde araştırmacı çeşitliliğine başvurulmuştur. Araştırmacı dışında bir alan uzmanı da verilerin analizine katkıda bulunmuştur (Merriam ve Tisdell, 2015; Fraenkel vd., 2012). Araştırmanın dış geçerliliğini (aktarılabirliğini) sağlamak için veriler kategorilere göre düzenlenmiş ve doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Ayrıca, araştırmada ölçüt örnekleme kullanılması dış geçerliliğe katkı sağlamıştır (Şencan, 2005; Fraenkel vd., 2012). Çalışmanın veri analizinde güvenilirliği sağlamak amacıyla fen eğitimi alanında uzman farklı bir araştırmacı tarafından veriler analiz edilmiştir. Miles ve Huberman (1994)’ın önerdiği formül kullanılmıştır. Görüş birliğinin en az %80 olması beklenmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki tutarlılık %90 olarak belirlenmiş ve bu değer, veri analizinin güvenilirliğini göstermiştir.

## BÖLÜM IV

### BULGULAR

#### 4.1. Fen Laboratuvarı Temasına İlişkin Kategori ve Kodlar

Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarına ilişkin görüşleri doğrultusunda “Fen Laboratuvarı” adı altında tema oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının fen laboratuvarına ilişkin görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda yirmi sekiz farklı kod bulgusuna ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen kodlar uygun kategorilere ayrıldığında ortam, malzemeler, fen konuları, öğrenci etki, öğretmen etki gibi kategorilerin oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının en çok tekrar ettikleri kodlar; deney yapma (n=12), gözlem (n=7), kalıcı öğrenme (n=11), anlamlı öğrenme (n=9), somutlaştırma (n=7), eğlenceli (n=6) ve yaparak yaşayarak öğrenme (n=6) olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu fen bilimlerinde laboratuvar kullanımının yaparak ve yaşayarak öğrenmede büyük katkı sağlayacağını bu sayede öğrenmenin kalıcılığının artacağını vurgulamışlardır. Ayrıca deneysiz bir fen bilimlerinin olmayacağını belirtmişlerdir.

#### Tablo 4

*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarı ile İlgili Görüşleri*

Kategori	Kod	f
Ortam	Deney Yapma	12
	Gözlem Yapma	7
	Değişken Kontrolü	2
	Hipotez Kurma	2
	Çıkarımda Bulunma	2
	Sınıflandırma	2
Malzemeler	Beherglas	2
	Erlenmayer	2
	Mezür	2
Fen Konuları	Asit ve Bazlar	2
	Isı ve Sıcaklık	2
	Işık ve Ses	2
	Kimyasal Tepkimeler	2
	Kuvvet	2
	Saf Madde	2

**Tablo 4** devamı

Kategori	Kod	f
Öğrenciye Etki	Kalıcı Öğrenme	11
	Anlamli Öğrenme	9
	Somutlaştırma	7
	Eğlenceli Olma	6
	Yaparak Yaşayarak Öğrenme	6
	Pozitif Tutum	5
	Merak Duygusu Uyandırma	4
	Güvenlik Riski	3
	Öğrenme Kolaylığı	3
	İş birlikli Öğrenme	2
	Dikkat Çekici Olma	2
	Öğretmene Etki	Güvenlik Riski
Öğretme Kolaylığı		2

Öğretmen adaylarının fen laboratuvarı ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Fen bilimleri ile ilgili çeşitli deneylerin, gözlemlerin yapıldığı ortam.” (ÖA1)

“Fen bilimlerine dair malzemeler kullanarak öğrencilerin deneyler yaptığı ve bu deneyler sayesinde günlük hayat problemlerine çözüm buldukları bir sınıftır.” (ÖA2)

“Fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımı madde, ısı, sıcaklık, ses, ışık, kuvvet, elektrik ve hareket gibi konular, görsel sunumlar aracılığı ile desteklenerek öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine imkân verecek şekilde düzenlenmektedir.” (ÖA2)

“Öğrenciler açısından hem etkili hem de kalıcı bir öğrenme sağlayacakları aynı zamanda da hem keyif aldıkları hem de dikkatlerini çeken bir ortamdır.” (ÖA3)

“Kalıcı öğrenme, deneyerek öğrenme, gözlem yapma, yanlışları fark edebilme, becerilerimizi geliştirmesi özellikle el becerisi, daha detaycı çalışabilme, grup halinde deney yapıp iş birliği içinde olmak fen laboratuvarında bize fayda sağlar.” (ÖA4)

“Fen bilimleri öğretmeni olarak çeşitli deneyleri derslerimizde uygulamamız gerekmektedir.” (ÖA5)

“Fen Bilimleri laboratuvarı özellikle soyut ve kompleks kavramların öğretiminde tercih edilmektedir.” (ÖA6)

“Sıkıcı olan konular bile laboratuvar ortamında eğlenceli hale gelmektedir.”  
(ÖA7)

“Öğretmenler açısından laboratuvar ortamında bulunan araç gereçlerde eksiklik olduğu zaman sıkıntı yaşayabiliyorlar.” (ÖA8)

“Öğretmenler için ders anlatımının zorluğunu bir nebze kolaylaştırırken öğrenciler için daha verimli öğrenme ortamı sağlıyor.” (ÖA9)

“Öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine fırsat verdiğini düşünüyorum.” (ÖA10).

“Fen laboratuvarları öğrenciler için kalıcı öğrenmeyi sağlar ve iş birlikli çalışmaya yardımcı olur.” (ÖA11)

“İçerisinde çeşitli kimyasal maddeler, beher, deney tüpü, maşa, mikroskop, lâm, lamel, mercek, elektrik kablosu, ampul, anahtar, reosta vs. gibi birçok deney için gerekli malzemeler bulunur.” (ÖA12)

“Fen bilimlerinde laboratuvar kullanılması öğrencinin öğrenme süreçlerinde olumlu etkiler göstermektedir ama bazen yaşanabilecek ürün eksiklikleri ve çeşitli materyallere ulaşım kısıtlamaları yüzünden öğrenme konusunda sıkıntılar yaşanabilir.” (ÖA14)

“Evet belki güvenlik ve zaman açısından öğrenme ortamlarında çok tercih edilmiyor ama deneysiz bir fen bilimleri olmaz.” (ÖA15)

“Öğrencileri olumlu etkiliyor. Çünkü deneyerek kendileri yaparak konuyu daha iyi anlıyorlar. Öğrenmeleri daha kalıcı oluyor.” (ÖA16)

#### **4.2. Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik Kullanımı Temasına İlişkin Kategoriler ve Kodlar**

Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik kullanımına ilişkin görüşleri doğrultusunda “Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik Kullanımı” adı altında tema oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Tablo 5’te verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının fen laboratuvarına ilişkin görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda yirmi sekiz farklı kod bulgusuna ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen kodlar uygun kategorilere ayrıldığında tanım, öğrenme ortamına etki, öğrenci etki, öğretmen etki gibi kategorilerin oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının en çok tekrar ettikleri kodlar sanal ortam (n=10), gerçekçi (n=6), teknoloji (n=8), fiziksel mekân gerektirmez (n=6), materyal

gerektirmez (n=6), somutlaştırma (n=5), eğlenceli (n=5), öğrenme kolaylığı (n=9), anlamlı öğrenme (n=7), güvenli deneyler (n=6) olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu fen bilimlerinde sanal gerçeklik kullanımının avantajlı olduğunu ifade etmişlerdir.

**Tablo 5**

*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik Kullanımı ile İlgili Görüşleri*

Kategori	Kod	f
Tanım	Sanal Ortam	10
	Teknoloji Vasıtasıyla Erişim	8
	Gerçekçi Olma	6
	Çevrimiçi Erişim	3
	Bilgisayar Ortamı	2
	Simülasyon	2
	Çok Boyutlu Fotoğraf (360)	2
Öğrenme Ortamına Etki	Fiziksel Mekân Gerektirmez	6
	Materyal Gerektirmez	6
	Ekonomik Olma	3
	Teknolojiden Yararlanma	3
	Sürekli Olma	2
	Öğrenmede Çeşitlilik	2
	Dönüt İmkânı	2
Öğrenciye Etki	Öğrenme Kolaylığı	9
	Anlamlı Öğrenme	7
	Somutlaştırma	5
	Eğlenceli Olma	5
	Kalıcı Öğrenme	3
	Dikkat Çekici Olma	3
	Öğrenme Fırsatı	2
	Kalıcılığın Az Olması	2
Öğretmene Etki	Güvenli Deneyler	6
	Öğretme Kolaylığı	4
	Maliyetli	2
	Hazırlık Aşamasının Zor Olması	2
	Prosedürlerde Kolaylık	2
	Teknolojik Yetersizlik	2

Öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Gerçek dünyanın taklit edilerek sanal bir ortamın oluşturulmasıyla bir gözlük aracılığıyla o ortama dahil olunmasıdır.” (ÖA1)

“Fen laboratuvarlarında sanal gerçekliğin çok da etkili olmayacağını düşünüyorum çünkü öğrencilerin deneyleri bizzat kendilerini yapmasının kalıcılık noktasında daha verimli olacağına inanıyorum.” (ÖA2)

“Bilgisayar ortamında insanlara sanki gerçek ortamdaymış gibi olayları gözleme imkânı sunan bir ortamdır. Yani insanlar bilgisayar ortamından gerçekmiş gibi olayları ve durumları görebiliyorlar.” (ÖA3)

“Sanal gerçeklikte tehlikeli deneyleri sanal ortamda gözlemleyebilirler.” (ÖA4)

“Yaparak yaşayarak öğrenme açısından daha etkili öğrenme sağlayabilir.” (ÖA5)

“Öğrenciler açısından farklı, çeşitli, merak uyandırıcı olabilir. Öğretmenler açısından da yeni şeyleri öğrencileriyle keşfetmek gelişimleri için iyi olabilir.” (ÖA6)

“Sanal gerçeklik kullanılarak laboratuvarlarda malzeme eksikliğinden veya riskli olduğundan gerçekleştirilemeyen deneylerin yapılmasını sağlar.” (ÖA7)

“Öğrenmeleri anlamlı olur ve ilgileri artar.” (ÖA8)

“Öğretmen açısından ders yükünü azaltıyor, öğrenci açısından fen dersinin yanında tasarım ve teknoloji kullanım becerilerini de geliştiriyor” (ÖA9)

“Sanal gerçeklik kullanan bireyler teknolojiyle iç içe olacakları için hem teknolojik olarak yararlı olur.” (ÖA10)

“Öğretmenler açısından hazırlık aşaması zor ve maliyetli olabilir ama öğrenciler için kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağlar.” (ÖA11)

“Sanal gerçeklik sayesinde deneylerin çeşitli tehlikelerinden ve deneylerde öğretmenin harcadığı zamanın daha verimli kullanılmasını sağlar.” (ÖA12)

“Sanal ortamlar sadece okul ortamında değil istenilen her zaman açılacak konumda olduğu için deneyleri öğrenciler evlerine geldiklerinde tekrardan uygulayabilirler.” (ÖA13)

“Öğretmen açısından uzaktan eğitimde ve yüz yüze eğitimde öğrenme açısından katkı sağlayacaktır. Öğrenci açısından ise daha eğlenceli ve öğretici bir eğitim sağlanabilir.” (ÖA14)

“Sanal ortamda öğrenme sağlanmayabilir.” (ÖA15)

“Kolay öğrenme. Malzeme kırılma sorunu yok. Zor deneyler daha kolay yapılır.” (ÖA16)

### 4.3. Metaverse Temasına İlişkin Kategori ve Kodlar

Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarında Metaverse kullanımına ilişkin görüşleri doğrultusunda “Metaverse” adı altında tema oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde öğretmen adaylarının fen laboratuvarında Metaverse kullanımına ilişkin görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda yirmi yedi farklı kod bulgusuna ulaşıldığı görülmektedir. Elde edilen kodlar uygun kategorilere ayrıldığında tanım, uygulamalar, öğrenme ortamına etki, öğrenci etki, öğretmen etki gibi kategorilerin oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının en çok tekrar ettikleri kodlar sanal evren (n=7), sanal karakterler (n=4), gerçek dünya kurgusu (n=4), öğrenme kolaylığı (n=4) olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bir kısmı Metaverse kavramını daha önce hiç duymadıklarını bu yüzden öğrenme ortamına entegrasyonu hakkında bir fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının çoğu fen bilimleri laboratuvarında Metaverse kullanımının öğrenciye farklı bir deneyim sunduğu için avantajlı olduğunu ifade etmişlerdir.

**Tablo 6**

*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metaverse ile İlgili Görüşleri*

Kategori	Kod	f
Tanım	Sanal Evren	7
	Gerçek Dünya Kurgusu	4
	Sanal Karakterler	4
	Üç Boyutlu Teknoloji	2
	Evren Ötesi	2
	Çevrimiçi Erişim	2
	Gerçekçi Materyaller	2
Uygulamalar	Bilgisayar Oyunları	2
	Facebook	1
Öğrenme Ortamına Etki	Sürekli Olma	3
	Fiziksel Mekân Gerektirmez	3
Öğrenciye Etki	Öğrenme Kolaylığı	4
	Somatlaştırma	3
	Eğlenceli	3
	Öğrenmede Farklılık	3
	İş birlikli Öğrenme	2
	Anlamlı Öğrenme	2
	Kalıcı Öğrenme	2
	Yaparak Yaşayarak Öğrenme	2
	Sanal Etkileşim	2
	Maliyetli	2

**Tablo 6** devamı

Kategori	Kod	f
Öğretmene Etki	Güvenli Deneyler	3
	Avantajlı	3
	Ekonomik	2
	Somutlaştırma	2
	Sanal Etkileşim	2
	Çeşitli Etkinlik İmkânı	2
	Maliyetli	2

Öğretmen adaylarının Metaverse ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Metaverse kısaca sanal bir ortam veya evren diyebilirim. İnsanlar sanal ortamda seçmiş oldukları karakterlere bürünerek gerçek hayat dışındaki bir ortamdaymış gibi hissediyorlar.” (ÖA3)

“Gerçek Dünya ile oluşturulan kurgusal ortamın birleştirilmesidir. Oluşturulan ortamda gerçek dünyadan nesnelere bulunabilmektedir.” (ÖA7)

“Fen bilimleri dersi uygulamalı olarak gerçekleştirilmesi gereken bir derstir bu yüzden de Metaverse kullanımı bilginin daha kalıcı olmasını ve daha kolay kavranmasını sağlayacaktır.” (ÖA1)

“Olumludur ve farklı öğrenme sağlar.” (ÖA4)

“Çeşitli ortamlarda öğrencilerin bilgileri yaparak yaşayarak öğrenmesini ve çeşitli deneyler yapmasını sağlayabiliriz.” (ÖA5)

“Öğretmenler ve öğrenciler için ortak sanal ortam olarak kullanılabilir.” (ÖA8)

“Deneylerin gerçek bir biçimde yapılmışçasına daha gerçekçi hale gelmesine katkı sağlayarak öğretmenin öğretimini etkili hale getirir.” (ÖA12)

“Daha eğlenceli olabilir.” (ÖA16)

“Sanal gerçeklikle kıyasla, sanal gerçeklik kullanımı kolay ucuz diyebilirim. Metaverse de ürün satın alımı olacağından herkes kullanamayabilir.” (ÖA8)

“Tehlikeli ve pahalılık bir durum yok. Bu yüzden bence yapılması gereken bir şey olduğunu düşünüyorum.” (ÖA13)

“Öğretmen açısından laboratuvarında uygulayacağı etkinlikleri çeşitlendirilebilmesi, konunun anlaşılması için çeşitli etkinliklerin yapılması konusunda pozitif yönde etkilemektedir.” (ÖA14)

“Öğretmen ve öğrenciye yararlı olduğunu soyutu somutlaştırarak yarar sağladığını düşünüyorum.” (ÖA1)

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımına ilişkin görüşlerinin incelenmesidir. Bu kısımda fenemnoloji desenine uygun olarak yürütülen çalışmada nitel verilerden elde edilen sonuçlar alan yazın ile karşılaştırılarak tartışılmıştır. Çalışmanın sonuçları çerçevesinde öneriler yazılmıştır.

#### 5.1. Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarına İlişkin Görüşleri

Araştırmada öğretmen adaylarının fen laboratuvarına ilişkin görüşleri öğrenme ortamına etki, öğrenci ve öğretmen açısından etkileri şeklinde alınmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda fen laboratuvarı hakkındaki görüşleri çoğunlukla deney ve gözlemin yapıldığı, çeşitli deney malzemelerinin bulunduğu, soyut kavramları somutlaştırmaya yarayan, yaparak yaşayarak, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin sağlandığı, eğlenceli bir ortam olarak ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin öğrenmelerine pozitif yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Sarioğlu, 2015; Yavuz ve Akçay 2017). Nuhoğlu ve Yalçın (2004) öğretmen adaylarının fen laboratuvarına yönelik tutumlarını incelemeyi amaçladıkları çalışmalarında öğrencilerin soyut olan fen bilimleri konularının laboratuvar ortamlarında somutlaştırılarak anlamlı öğrenmelerine olanak sağladığını bu yüzden laboratuvar uygulamalarına önem verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Kurt (2017) yaptığı çalışmasında ortaokul fen bilimleri dersine laboratuvar kullanımının öğretmen ve öğrenci görüşleri doğrultusunda incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda öğretmen ve öğrenci görüşleri alınmış olup, iki grubunda fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına yönelik olumlu tutum sergilediği sonucuna ulaşılmıştır. Laboratuvar ortamında işlenen fen bilimleri derslerinin, sınıf ortamında işlenen fen bilimleri derslerine göre daha akılda kalıcı ve sürükleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler geleneksel olarak işlenen ders ortamında kazanımı

anlamakta zorlandıklarını, laboratuvar ortamında yaparak ve yaşayarak deneyim kazanmalarının kazanımı anlamadaki güçlüğü azalttığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda deney malzemelerinde ve laboratuvar fiziki şartlarında yetersizlik, güvenlik riskinin ve disiplin probleminin olduğu sonucuna ulaşılmış olup, alan yazında benzer bulguların elde edildiği birçok çalışmaya rastlanmıştır (Çengel ve Arslan, 2023; Demirtaş, 2020; Özcan ve Orhan, 2023; Özkan ve Akçay, 2021; Soğukpınar ve Gündoğdu, 2020; Üstün, 2024).

Fen bilgisi öğretmenlerinin günümüz öğretim anlayışına göre laboratuvarların uygulanabilirliğine ilişkin yeterlikleri, görüşleri ve sorunlarının incelendiği çalışmanın sonucunda öğretmenlerin bir kısmının laboratuvarı aktif olarak kullandıkları, bu çerçevede kendilerini yeterli gördükleri belirlenmiştir. Laboratuvar uygulamalarına ilişkin yeterlik düzeyi kadın öğretmenlerin lehine sonuçlanmıştır. Öğretmenlerin geneli laboratuvar ekipmanlarını yeterli bulduğunu ancak sınıfların kalabalık olması nedeniyle olası güvenlik problemi yüzünden laboratuvar çalışmalarını azaltmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Öğretmenler laboratuvar uygulamalarının daha fazla olması için bağımsız bir ders olarak planlanabileceği ayrıca motivasyonlarını artıracak durumların olması gibi çözüm önerilerinde bulunmuşlardır (Çelik vd., 2021). Alan yazın taraması sonucunda laboratuvar uygulamalarının doğru ve etkili biçimde yürütülmesi öğrencilerin fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamakla birlikte, öğrencilerin psikomotor ve problem çözme becerilerinin gelişmesine, bilgiye kendilerinin ulaşmaları anlamında önemli katkılar sağladığı belirtilmektedir (Azizoğlu ve Uzuntiryaki, 2006; Hofstein, 2003; Singer vd., 2005).

## **5.2. Öğretmen Adaylarının Sanal Laboratuvar Kullanımına İlişkin Görüşleri**

Araştırmada öğretmen adaylarının sanal laboratuvar kullanımına ilişkin görüşleri öğrenme ortamına etki, öğrenci ve öğretmen açısından etkileri şeklinde alınmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda sanal laboratuvar teknoloji vasıtasıyla erişim sağlanan sanal ortamlar olarak tanımlanmıştır. Ayrıca materyal ve fiziksel mekân gerektirmemesi, soyut kavramları somutlaştırması, gerçekçi olması, öğrenme kolaylığı sağlaması, güvenli deneylerin yürütülebilmesi, anlamlı öğrenmenin sağlandığı, eğlenceli öğrenme ortamı olarak değerlendirilmiştir. Çeşitli alan yazın çalışmaları incelendiğinde araştırmanın

bulgularını destekler nitelikte olduğu görülmüştür. Sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar ortamlarına göre maliyetinin düşük olması, güvenlik riskinin olmaması, zamandan kazanç sağlaması, oyun şeklinde algılanması ve eğlenceli bir öğretim ortamı oluşturması gibi birçok olumlu yönünden bahsetmek mümkündür (Akın ve Karaköse, 2003; Domingues vd., 2010; Gershenson vd., 2000; Georgiou vd., 2007; Richards vd., 1992).

Geleneksel laboratuvarın tamamlayıcısı olarak kullanılan sanal laboratuvarlar, öğrencilerin kolay öğrenmelerine, öğrencilere gerçek bir laboratuvar ortamındaymış gibi deney yapma, malzemeleri tanıma ve kullanma, soyut kavramları somutlaştırma, etkileşimli deney sürecinde bulunma ve bilimsel süreç basamaklarını öğrenebilme olanağı sağlamaktadır (Subramanian ve Marsic, 2010). Gerçek yaşamda kullanımı mümkün olmayan, elde edilemeyen nesnelere kullanıyormuş hissi veren teknolojik araçlardan olan simülasyonlar, öğretim sürecinde öğretmenlerin öğrenme ortamına getirmesinin güç olduğu nesnelere sanal gerçeklik aracılığı ile öğrenme ortamına getirerek öğrencilere yaparak ve yaşayarak öğrenme imkânı sağlamaktadır (Can ve Şimşek, 2016). Kızılay ve Saylan Kırmızıgül (2022) yaptıkları çalışmada uzaktan eğitimde sınıf öğretmen adaylarının sanal laboratuvar ve sanal laboratuvarların avantajları ve dezavantajlarına ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda 45 sınıf öğretmen adayının bir kısmı sanal laboratuvarları internet tabanlı çevrimiçi ve bilgisayarlı laboratuvarlar olarak tanımlarken, çoğu laboratuvar simülasyonları olarak tanımlamıştır. Sanal laboratuvarların her yerde, her zaman erişilebilir olduğunu ve laboratuvar imkânı bulunmayan okullar için yararlı olabileceğini belirtmişlerdir. Pek çok okulun ortak temel sorunu fen bilimleri alanındaki materyal ve ekipman yetersizliğidir. Hem laboratuvar bakımının maliyetli olması hem de okul bütçesinin sınırlı olması laboratuvar çalışmalarını kısıtlamaktadır. Gelişmiş teknoloji sayesinde üç boyutlu sanal öğrenme ortamları okullara bütçeyi aşma konusunda büyük fırsatlar sunmaktadır (Bogusevschi vd., 2020). Yapılan bir araştırma sonucunda eğitim ve öğretimde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ilgi çekici bir konu haline geldiği belirtilmiştir (Lee, 2012).

Öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda eğitimin temel amaçları göz önüne alındığında sanal gerçeklik kullanımının uygun bir yaklaşım olduğu söylenebilir. Öğretim programı yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanmış olup, bireyin kendisinin bilgiye ulaşmasını, bilgiyi kendisinin oluşturmasını destekler

niteliktedir. Bu bağlamda bireyin bilgiyi kendisinin oluşturması yapılandırmacılık olarak ifade edilebilir. Sanal gerçeklik uygulamalarının fen öğretim programı kazanımlarına paralel olarak hazırlanmasının öğrencilerin fen bilimlerine yönelik olumlu tutum sergilemelerini sağlayabilir. Böylece öğrencilerin akademik başarıları artabilir. Yapılan literatür taramasında sanal gerçekliğin akademik başarıyı olumlu olarak etkilediği yönünde araştırmalara rastlanmıştır (Aktamış ve Arıcı, 2013; Kayabaşı, 2005; North vd., 2015). Ünal (2019) sanal ve gerçek laboratuvarlar uygulamalarının 5. Sınıf fen bilimleri elektrik ünitesinin öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini incelemiştir. Gerçek laboratuvar ortamında elektrik ünitesi öğretiminde deneylerle aktarım yapılmıştır. Sanal laboratuvar kullanımı ünite kapsamına uygun olan simülasyonlardan faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. 4 haftalık sürecin sonunda araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi çalışma grubuna ön test ve son test şeklinde uygulanmış olup, test sonuçları analizinde öğrenme üzerinde sanal laboratuvar uygulamalarının gerçek laboratuvar uygulamalarına göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Eren (2019) ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yaptığı araştırmada fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan bir konu üzerinden öğrenci başarısına ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına fen programının ön gördüğü öğretim yöntemine kıyasla artırılmış sanal gerçeklik uygulamalarının etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma grubu kontrol ve deney grubu olmak üzere iki sınıftan oluşturulmuştur. Fen bilimleri dersi kontrol grubunda bulunan öğrencilere fen bilimleri dersi öğretim programının uygun gördüğü öğretim yöntemine göre yürütülürken, deney grubunda bulunan öğrencilere sanal gerçeklik uygulamaları ile desteklenerek yürütülmüştür. Araştırma sonucu elde edilen bulgular doğrultusunda deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarılarının, kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha fazla artış gösterdiği ve sanal gerçeklik kullanımının öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda bu araştırmadan elde edilen görüşlerin alan yazınla paralellik gösterdiği söylenebilir.

### 5.3. Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Metaverse Kullanımına İlişkin Görüşleri

Araştırmada öğretmen adaylarının fen laboratuvarında Metaverse kullanımına ilişkin görüşleri öğrenme ortamına etki, öğrenci ve öğretmen açısından etkileri şeklinde alınmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda Metaverse hakkındaki görüşleri çoğunlukla bireylerin sanal bir evrende sanal karakterler oluşturularak gerçek dünyanın kurgu edildiği bir ortam olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarından bazıları fen laboratuvarında Metaverse kullanımının farklı bir öğrenme ortamı oluşturabileceğinden, fiziksel mekân gerektirmeyeceğinden, gerçekleşmesi zor ve güvenli deneylerin yapılabileceğinden, eğlenceli olabileceğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca yaparak yaşayarak öğrenme, soyutu somutlaştırma, öğrenme kolaylığı sağlama açısından avantajlı olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir kısmı Metaverse kavramını daha önce hiç duymadıklarını bu yüzden öğrenme ortamına entegrasyonu hakkında bir fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir.

Alan yazın incelendiğinde Metaverse hakkında çeşitli görüşlere rastlanmıştır. Metaverse bireylerin 3 boyutlu, gerçek dünya temsili bir ortamda avatarlar eşliğinde birbirleriyle etkileşim içinde oldukları sanal bir evrendir (Stephenson, 1992). Schroeder (2002) bilgisayar ortamında birden fazla kullanıcının etkileşim halinde olduğu 3 boyutlu sanal ortamlardır. Kullanıcıların hayal güçlerini kullanarak oluşturdukları gerçek dünya benzetimi olan sürükleyici ortamlardır (Chen, 2016). Bireylerin yazılım uygulamaları sayesinde sanal bir evren üzerinden avatar oluşturarak etkileşime girebildikleri ortamlardır (Duan vd., 2021). Fiziksel mekân gerektirmeyen, insanların kendi karakterlerini dijital dünya aracılığı ile oluşturup etkileşim haline girebildikleri sanal bir evrendir (Türk vd., 2022). Metaverse konulu literatür taraması sonucunda araştırmacıların Metaverse kavramına ilişkin görüşleri öğretmen adaylarından elde edilen bulgularla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Türkiye'de Metaverse ile ilgili araştırmaların çeşitli alanlarda yapıldığı belirlenmiştir. Örneğin eğitim bilimleri alanında Metaverse olgusunun Türkiye'deki eğitim bağlamında araştırıldığı bir çalışmanın sonucunda, Türkiye'de Metaverse üzerine çeşitli alanlarda çalışmalar yapıldığı ancak eğitim ve öğretim odaklı araştırmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir (Göçen, 2022). Fen eğitimi

alanında yapılan bir araştırmanın amacı ise fen bilimleri (Fizik-Kimya-Biyoloji) eğitimindeki Metaverse uygulamalarının mevcut durumunu belirlemektir. Bu araştırma, doküman analizi modeli kullanılarak yapılandırılmış nitel bir araştırmadır. Araştırma sonuçlarına göre, Metaverse uygulamaları dijital ortamda gerçek dünya kurgusunu yaşatarak öğrencilere karmaşık fen kavramlarını somut olarak anlamalarına yardımcı olmaktadır (Yağcı ve Şentürk, 2023) Yapılan literatür taramasında Yıldız Teknik Üniversitesi Reality Lab araştırma ekibi tarafından gerçekleştirilen çalışmanın amacı kullanıcı odaklı tasarım anlayışıyla eğitim odaklı sanal evren tasarım sürecinde yeni bir tasarım yaklaşımı ortaya koymaktır. Katılımcılara Metaverse ortamında bir eğitim platformunun nasıl olması gerektiğine dair sorular yöneltilmiş olup, katılımcıların görüşleri dahilinde sanal sınıflar oluşturulmuştur (Toy vd., 2023). Araştırmada katılımcıların verdiği bulgular tek tek incelenmiş olup, alan yazında öğretmen adaylarının görüşlerine paralellik gösteren bulgulara rastlanmıştır. Örneğin katılımcılardan bir kısmı Metaverse ortamında laboratuvar tasarımının tehlikeli ya da gerçekleştirilmesi zor olan deneylerin yapılabileceğini ifade etmişlerdir. Yapılan bir araştırmada Minamata Sözleşmesi (Küresel Cıva Sözleşmesi) doğrultusunda adı “cıva oyunu” olan bir tartışma simülasyonu geliştirilmiş olup, öğrencilerin çevresel problemlere karşı çözümler üretmesinde ve çevresel problemlere karşı duyarlılıklarının artmasında etkili olduğu tespit edilmiştir (Stokes ve Selin, 2014). Byeon (2022) tarafından Biyoloji dersi için geliştirilen sorgulamaya dayalı Metaverse programının, ilköğretim fen bilimleri alanında üstün yetenekli bireylerin duyuşsal alanları üzerinde pozitif yönde bir etki sağladı sonucuna ulaşılmıştır.

Metaverse açıklamaları ve gelişim süreci son dönemde sanal toplum ve sanal evren içindeki kurgu ortamında artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin merkezde yer alacağını göstermektedir. Eğitim sektörü dışında birçok alanda da tüm bilgi ve deneyim süreçlerinde önemli yere sahip olan Metaverse’ün belli başlı avantajları: verimli ve zengin, deneyimli eğitim, iş birlikli öğrenme, içeriğe ve senaryoya bağlı öğrenme, deneme yanılma yöntemi imkânı, kazanılan deneyimi saha kullanma, motivasyon, zaman tasarrufu, bütçe avantajı, fiziksel mekân gerektirmemesi, birçok olası senaryo üzerine çalışabilme avantajı şeklinde sıralanabilir (Damar, 2021).

#### 5.4. Bulgulara Dayalı Genel Sonuçlar

Fen bilimlerinde deneysel öğrenme yöntemi büyük önem arz etmektedir. Konuya dair bilgileri kavramayı ve materyallerin öğrenciler tarafından akılda kalıcı olmasını sağlayan, soyut kavramları somutlaştıran en önemli ortamlar laboratuvarlardır. Ancak ülkemizde yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde ilk ve orta öğretim kurumlarında laboratuvar programlarının yeterli düzeyde uygulanmadığı tespit edilmiştir (Ayas vd., 1994; Büyük vd., 2010; Güneş vd., 2013; Sıdal vd., 2023; Soğukpınar ve Gündoğdu, 2020). Alan yazın incelendiğinde laboratuvar programlarının yeterli düzeyde uygulanmamasının sebebi ders saati yetersizliği, malzeme yetersizliği, laboratuvar güvenliğinden kaynaklanan problemler laboratuvar ortamının fiziki koşullarının yetersizliği şeklinde sıralanabilir (Akıncı vd., 2015; Aydoğdu ve Şener, 2016; Demir vd., 2011; Keskin Geçer, 2018; Keskin ve Güneysu, 2023; Özcan ve Orhan, 2023).

Gerçek laboratuvar ortamında karşılaşılan güçlükler ele alındığında teknolojik gelişmelerin eğitimde kullanılması öğrencilerin motivasyonlarını artırmakta ve dikkatlerini çekmektedir. Bununla birlikte öğrenme sürecinin verimli olmasında çeşitli fırsatlar sunmaktadır (Huang vd., 2019). Sanal laboratuvarlar sayesinde gerçek hayatta gözlemlenmesi ve gerçekleştirilmesi güç olan etkinlikler, deney esnasında gözden kaçabilecek noktalar daha detaylı gözlemlenebilir (Karagöz Mırçık ve Saka, 2018). Sanal laboratuvarlar fiziki ortama gerek duymadan, maliyeti yüksek materyallerden muaf, güvenlik riskinden uzak anlaşılır deneyler yapılmasına olanak sağlamaktadır (Kiraz, 2014). Sanal laboratuvarlar özellikle geleneksel öğretim ortamlarıyla karşılaştırıldığında okullar için daha az maliyet gerektirir. Sanal laboratuvarlar yaşam boyu eğitim ve uzaktan eğitim için değerli bir araç olmakla birlikte ayırt edici etkileşim düzeyi sunmaktadır (Eljack vd., 2020). Gelecekte eğitimcilerin kaliteli öğrenme ve öğretim süreci sağlamaları adına Metaverse ortamlarının sürükleyici deneyim oluşturabileceği bilincinde olmaları önem arz etmektedir (Ata, 2022). Metaverse yalnızca öğrenme ve öğretme etkinliklerinin değil, empati ve iletişim gibi bütünsel eğitim bileşenlerinin de gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır (Jeon ve Jung, 2021). Duygunun sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ortamında yaratılması öğrenme sürecini gerçekliğe yaklaştırmaktadır (Lee vd., 2022). Metaverse ortamının en önemli avantajı

öğrencilerin ve öğretmenlerin eş zamanlı olarak fiziki ve sanal evrende karşılaşması bunun da etkileşime olanak sağlayan sürükleyici öğrenme ortamı oluşturmasıdır (Guo ve Gao, 2022). Literatür taraması sonucunda elde edilen bulgular öğretmen adaylarının fen laboratuvarında sanal gerçeklik ve Metaverse kullanımı ile ilgili görüşlerinden elde edilen verilerle paralellik gösterdiği söylenebilir. Bu sürükleyici ortamlar gerçek yaşamdaki deneyimlere benzer olarak tasarlanabilir, böylece kullanıcılar için gerçekçi olmakla birlikte eğlenceli ortamlarda etkileşime girmelerine olanak sağlayabilir. Ayrıca gerçek hayatta deneyim kazanılması tehlikeli olabilecek öğrenme süreçleri güvenle yürütülebilir.

### 5.5. Öneriler

1. Araştırma teknoloji entegrasyonu ile ilgili ders alan 16 öğretmen adayının görüşü alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının görüşleriyle sınırlıdır. Bu sayı artırılarak daha fazla katılımcıya ulaşılarak araştırma tekrarlanabilir ve bu sayede daha geniş verilere ulaşılabilir.

2. Bu araştırma İç Anadolu Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinin öğretmen adaylarıyla sınırlıdır. Türkiye örneğinde farklı bölgeler de ele alınabilir.

3. Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseni kullanılmıştır. Farklı nitel araştırma desenleri, nicel araştırma desenleri veya karma araştırma desenleri kullanılarak, daha geniş ve deneysel sonuçlara ulaşılabilir.

4. Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme aracılığıyla veriler toplanmıştır. Farklı nitel veri toplama araçları da sürece dâhil edilerek nitel çalışmada çeşitleme yapılabilir. Bu sayede nitel verilerin güvenilirliği artırılabilir.

5. Laboratuvar ortamında sanal gerçeklik ve Metaverse ile ilgili çalışmaların az olduğu ve bu çalışmanın alan yazına katkısı ortaya konmuştur. Çalışmada öğretmen adaylarının sanal gerçeklik ve metaverse ile ilgili fazla bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Bu anlamda karma gerçeklik uygulamaları geliştirilerek bu uygulama ile ilgili öğretmen adaylarının farklı gerçeklik türlerine ilişkin bilgilerinin artırılması sağlanabilir.

6. Bu çalışma öğretmen adaylarından alınan görüşler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Başka çalışmalarda öğretmenlerden, öğrencilerden (farklı örneklerden) görüşler alınarak daha kapsamlı sonuçlara ulaşılabilir.

7. Ülkemizde eğitim üzerine Metaverse konulu araştırmalar sınırlı sayıdadır.  
Eğitim üzerine Metaverse konulu araştırmalar artırılabilir.



## KAYNAKÇA

- Abdüsselam, Z. ve Erten, S. (2022). Investigation of the effect of augmented and virtual reality applications in e-learning on students' use of microscopes. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 11(1), 75-87.
- Akgül, G. D., Geçikli, E., Konan, F. ve Konan, E. (2019). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımı hakkında öğretmen adaylarının görüşleri. *Kesit Akademi Dergisi*, 14(14), 61-74.
- Akgün, Ö. (2010). *Öğretmen adaylarının fen ve teknoloji laboratuvarına ilişkin görüşleri ve bilim okur-yazarlığı*. (Tez No: 259173) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Akın, E. ve Karaköse, M. (2003). Elektrik ve bilgisayar mühendisliği eğitiminde sanal laboratuvarların kullanımı. *Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisleri Eğitimi I. Ulusal Sempozyumu*. 166-169.
- Akıncı, B., Uzun, N. ve Kışoğlu, M. (2015). Fen bilimleri öğretmenlerinin meslekte karşılaştıkları problemler ve fen öğretiminde yaşadıkları zorluklar. *Journal of Human Sciences*, 12(1), 1189-1215.
- Alkan, İ. ve Bolat, A. (2022). The impact of metaverse on various sectors: a comprehensive review. *Journal of Virtual Worlds Research*, 15(2), 87-104.
- Ametller, D. C. (2019). El Proceso Normativo Ante El Avance Tecnológico Y La Transformación Digital (Inteligencia Artificial, Redes Sociales Y Datos Masivos). *Revista General De Derecho Administrativo*. 50.
- Arıcı, F. ve Aktamış, H. (2013). The effect of three-dimensional virtual reality applications on students' achievement and permanence in astronomy education. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 42-51.
- Ata, R. (2022). Metaverse ve Eğitim: Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları. Nurten Özçelik (Ed.), *Eğitim Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar X içinde Eğitim Yayınevi*. 2(2), 29-38.
- Ateş, H. ve Garzón, J. (2023). An integrated model for examining teachers' intentions to use augmented reality in science courses. *Education And Information Technologies*, 28(2), 1299-1321.

- Atmaca Demir, B. ve Kandemir, C. (2020). Eğitimde sanal gerçeklik uygulamaları üzerine: “sınıfta ben de varım” projesi. *Turkish Online Journal Of Design Art And Communication*, 10(4), 339-354.
- Avcı, R. ve Taşdemir, S. (2019). Educational augmented and virtual reality game designed for teaching the periodic table. *Journal of Education and Learning*, 8(6), 100-109.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A. R. (1994). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemi; tarihsel bir bakış. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 204, 21-25.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2002). Genel kimya labaratuvar uygulamalarının öğrenci ve öğretim elemanı gözüyle değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 50-56.
- Aycan, Ş. ve Yumuşak, A. (2002). Lise Fizik Müfredatındaki Konuların Anlaşılma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara*, 96.
- Aydın, S., Diken, E. H., Yel, M. ve Yılmaz, M. (2011). Fen ve teknoloji ile biyoloji öğretmen adaylarının laboratuvar güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 583-604.
- Aydoğdu, C. ve Şener, F. (2016). Fen eğitiminde laboratuvar kullanım tekniğinin ve güvenliği önemi ve CLP tüzüğüne getirileri üzerine bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (Estüdam) Eğitim Dergisi*, 1(1), 39-54.
- Azizoğlu, N. ve Uzuntiryaki, E. (2006). Kimya laboratuvarı endişe ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 55-62.
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-15.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. ve Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research In Science Teaching*, 37(37), 719-756.
- Barab, S. A., Thomas, M. K., Dodge, T., Carteaux, B. ve Tüzün, H. (2005). Making learning fun: quest atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research And Development*, 53(1), 86-107.

- Barron, A. E. ve Orwig, G. W. (1993). The use of virtual reality to enhance comprehension of a science lesson by students with learning disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 12(2), 91-98
- Baş, K. (2022). *Fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi*. (Tez No: 743559) [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Baysal, S. ve Mutlu, M. E. (2019). Fen laboratuvarına yönelik tutum ölçeklerinin incelenmesi: Türkiye üzerine bir analiz. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(48), 47-66.
- Baysan, A. (2015). Investigating the expectations and learning styles of generation z students in e-learning. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 18(1), 85-102.
- Bell, R. L., Smetana, L. ve Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bidaybekov, L. B., Bidaybekov, E. I., Sharmukhanbet, S., Kamalova, G. B. ve Oshanova, N. T., (2012). The use of virtual measuring devices in teaching modeling of physical processes. *Procedia - Soc. Behav.* 51(51), 803-806.
- Bogusevski, D., Muntean, C. ve Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: a case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal Of Computers in Mathematics And Science Teaching*, 39(1), 5-18.
- Borgi, L. (1991). Öğretmenlerin bilgisayar kullanımı için eğitimleri. *Doğa Turkish Journal Of Physics*, 1(3), 136-145.
- Bostan Sarioğlan, A., Altaş, R. ve Şen, R. (2020). Uzaktan eğitim sürecinde fen bilimleri dersinde deney yapmaya ilişkin öğretmen görüşlerinin araştırılması. *Journal Of National Education*, 49(49). 50-55.
- Bozkurt, E. ve Sarıkoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25), 89-100.
- Böyük, U., Demir, Y. ve Erol, O. (2010). Fen eğitimi laboratuvarlarında güvenlik ve bakım ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 99-111.

- Bricken, M. ve Byrne, C.M. (1992). Summer Students in Virtual Reality: A Pilot Study On Educational Applications Of VR Technology. Paper Presented At The Annual Meeting Of The AERA, San Francisco.
- Burnette, K. A. S. (2020). Drawing flowcharts of lab protocols helps students prepare for biology labs. *Coursesource*, 7(7), 1-4.
- Butt, A. L., Kardong-Edgren, S. ve Ellertson, A. (2018). Using game-based virtual reality with haptics for skill acquisition. *Clinical Simulation In Nursing*, 16(16), 25-32.
- Büyükkara, S. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf fen ve teknoloji dersi ses ünitesinin bilgisayar simülasyonları ve animasyonları ile öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisi.* (Tez No: 280675) [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices.* Portsmouth.
- Byeon, J. (2022). The effect of biology inquiry program using metaverse platform on the affective field of elementary science gifted student. *Korean Assoc Learner-Centered Curric Instr*, 13(22), 641-657.
- Cameron, J. (2002). Pedagogical benefits of computer-mediated communication and collaboration: a case study. *Innovations in Education and Teaching International*, 39(1), 78-86.
- Can, S. ve Şimşek, Ö. (2016). A study on the development of a virtual reality-based learning environment for astronomy education. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 561-578.
- Ceylan, E., Yüce, S. G. ve Yasemin, K. (2019). Öğretmenlik yolunda fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersi: bir durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(39), 22-47.
- Chang, H. Y., Binali, T., Liang, J. C., Chiou, G. L., Cheng, K. H., Lee, S. W. Y. ve Tsai, C. C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers ve Education*, 19(19), 104-106.
- Chang, R-C., & Yu, Z-S. (2019). Using augmented reality technologies to enhance students' engagement and achievement in science laboratories. *International Journal of Distance Education Technologies*, 16(4), 54-72.

- Chen, J. C. (2016). The crossroads of english language learners, task based instruction, and 3d multi-user virtual learning in second life. *Computers ve Education, 102*(102), 152-171.
- Chiou, G. F. (1995). Learning rationales and virtual reality technology in education. *Journal of Educational Technology Systems, 23*, 327-336.
- Cid, M. A. G. ve Lopez, J. M. (2010). Learning Astronomy through interactive simulations. In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 2415-2423). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Cobb, S. ve Crabtree, B. (2009). Virtual reality in education: bringing engineering education to life. *International Journal of Mechanical Engineering Education, 37*(4), 301-323.
- Couture, M. (2004). Virtual reality in science education. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 77*(1), 39-43.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.
- Çakmak, İ. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumları ve fen bilimlerine yönelik tutumları arasındaki ilişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*, 53-63.
- Çalışkan, O. (2023). *Fen Bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar uygulamalarına ilişkin farkındalık, tutum ve görüşlerinin değerlendirmesi*. (Tez No: 823767) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çavas, B., Çavas, P. H. ve Can, B. T. (2004). Eğitimde sanal gerçeklik. *The Turkish Online Journal Of Educational Technology, 3*(4), 3-5.
- Çavaş, B., Erbay, F. ve Demir, F. (2004). An empirical study of the effect of virtual reality on visual learning. *Journal of Educational Technology ve Society, 7*(1), 73-85.
- Çelik, C. (2021). Fen eğitimi laboratuvarlarında yeterlik, görüş ve sorunların incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 18*(2), 123-141.
- Çelik, H., Köken, O. ve Kanat, B. (2021). Fen bilgisi öğretmenlerinin sorgulayıcı yaklaşıma uygun laboratuvar kullanım yeterlikleri ve karşılaşılan sorunlar. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 7*(2), 196-223.

- Çelik, İ. (2018). Fen laboratuvarlarının güvenliği ve önemi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 75-84.
- Çengel, Z. ve Arslan, H. Ö. (2023). Fen bilimleri öğretmenlerinin fen öğretimi öz-yeterlik inançları ve pedagojik alan bilgilerine ilişkin görüşleri. *Uluslararası Düzce Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 145-164.
- Çepni, S. Ve Ayvacı, H., Ş. (2016). Laboratuvar Destekli Fen Öğretimi Yaklaşımları. S. Çepni (Ed.) Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi. İçinde (Ss.324-354). *Pegem Akademi*.
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). A case study for reliability on portfolio evaluation. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, 1(1), 963-968.
- Çepni, S., Ayas, A., Akdeniz, A.R., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H.Ş. (2005). Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi. *Dördüncü Baskı Pegem A Yayıncılık*, Ankara.
- Çetin, B, Y. ve Asiltürk, E. (2017). Ortaokulun beşinci sınıflarındaki teknolojinin teknolojisi. *Eğitim Bilimlerinde Yeni Eğilimler Dergisi*, 1(1), 55-66.
- Çetin, B. Y. ve Asiltürk, E. (2016). Fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin kimyasal denklemler ve hesaplamalar konusu öğrenmeleri üzerine fenomenografik bir çalışma. *The Journal Of Academic Social Science Studies*, 53(53), 317-333.
- Çinici, A., Ertekin, E. ve Yalçın, A. (2013). The effect of virtual and traditional laboratory applications on students' achievement and attitude in elementary school science classes. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 5(1), 621-630.
- Çinici, A., Özden, M., Akgün, A., Ekici, M. ve Yalçın, H. (2013). Sanal ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının 5. Sınıf öğrencilerinin ışık ve ses ünitesiyle ilgili başarıları üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 92-106.
- Çivril, H. (2018). *Açık ve uzaktan öğrenmede sanal laboratuvarlar: devre analizi uygulaması*. (Tez No: 463485) [Doktora, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çivril, H., Aruğaslan, E. ve Özkara, B. Ö. (2018). Uzaktan eğitim öğrencilerinin uzaktan eğitime yönelik algıları: bir metafor analizi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(1), 39-59.

- Dağdalan, G. Ve Taş, E. (2017). Simülasyon destekli fen öğretiminin öğrencilerin başarısına ve bilgisayar destekli fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 160-172.
- Damar, T. (2021). The impact of metaverse on education: A comprehensive review. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2369-2388.
- Data Science. (2011). Metaverse: Astronomy in Virtual Worlds. Retrieved from <http://www.hypergridbusiness.com/2011/02/metaverse-astronomy-in-virtual-worlds/>
- Demir, S., Büyük, U. ve Koç, A. (2011). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar şartları ve kullanımına ilişkin görüşleri ile teknolojik yenilikleri izleme eğilimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66-79.
- Demir, Y., Büyük, U. ve Koç, Z. (2011). Fen eğitimi laboratuvarlarının günümüz koşullarına göre değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 36(163), 151-168.
- Demirbağ, M. (2020). Enhancing learning experience with three-dimensional virtual tools: a constructivist perspective. *Computers ve Education*, 150, 103852.
- Demircioğlu, E. (2023). Sınıf öğretmenlerinin öğretim teknolojileri ve materyal tasarım becerilerinin mesleki yeterlik düzeyleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi.
- Demirtaş, E. (2020). *Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersi öğretim sürecinde karşılaştıkları sorunlar*. (Tez No: 635286) [Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Díaz, J. E. M., Saldaña, C. A. D. ve Ávila, C. A. R. (2020). Virtual world as a resource for hybrid education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(15), 94–109.
- Dilber, R., Sönmez, E., Doğan, S. Ve Sezek, F. (2006). Fizik bölümü öğrencilerinin laboratuvarlara karşı tutumlarının değerlendirilmesi ve karşılaştıkları sorunların tespit edilmesi üzerine bir çalışma. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(31), 102-109.
- Doğan, D., Küfrelioğlu, R., Reisoğlu, İ. ve Göktaş, Y. Sanal Ortamların Eğitim Amaçlı Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi Evaluation Of Training For Usability Of Virtual Environments. *5th International Computer ve Instructional Technologies Symposium, 22-24 September 2011*, Fırat University, Elâzığ-Turkey.

- Doğdu, S. ve Arslan, Z. (1990). Eğitim Teknolojisi Uygulamaları ve Eğitim Araç-Gereçleri. *Ankara: Tekşık Web Ofset Tesisleri*.
- Doğru, M., Gençosman, T. ve Ataalkın, A. (2011). Examination of natural science laboratory perception levels of students at primary education grade 6 and their attitudes towards laboratory. *The International Journal of Educational Researchers*, 2(1), 17-27.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal Of Chemical Education*, 76(76), 543-547.
- Domingues, L., Rocha, I., Dourado, F., Alves, M. ve Ferreira, E. C. (2010). Virtual laboratories in (bio) chemical engineering education, *Education For Chemical Engineers*, 5(5), 22-27.
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X. ve Cai, W. (2021, Ekim). Metaverse For Social Good: A University Campus Prototype. *29th Acm International Conference On Multimedia (ss. 153-161)*.
- Duman, B. (2023). Uzaktan eğitimde deney yapma: fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 768-784.
- Duman, M. Ş. ve Avcı, G. (2016). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 13-33.
- Durak, G. ve Çetinkaya, Y. (2023). Metaverse ve eğitim: Geleceğin eğitim sistemi. *Pegem Akademi*.
- Duru, M. K., Demir, S., Fatma, Ö. ve Benzer, E. (2011). Sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının laboratuvar algısına tutumuna ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33(33), 25-44.
- Durukan, U., Artun, E. ve Temur, E. (2020). The use of virtual reality technology in science education. *International Journal of Science and Technology Education Research*, 1(2), 53-58.
- Ekici, M. (2015). *Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar hakkındaki görüşleri ve bu yöntemden faydalanma düzeyleri*. (Tez No: 406072) [Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Eljack S.M., Alfayaz F. ve Suleman N.M. (2020). Organic chemistry virtual laboratory enhancement, computer science, *International Journal of Mathematics And Computer Science*, 15(1), 309-323.
- Ercan, O., Ural, E. ve Ozates, D. (2016). The effect of web assisted teaching on students' achievement in the subject of mixtures and attitudes towards chemistry. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 163-179.
- Erdan, S. (2014). Sanal laboratuvarın öğrenenlerin akademik başarılarına ve algılanan öğrenmelerine etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Dergisi*
- Eren, A. A. (2019). *Elementlerin ve bileşiklerin öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisi.* (Tez No: 586162) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Eren, E., Dökme, İ. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gözlem yapabilme becerilerinin değerlendirilmesi. *Current Academic Studies In Education Sciences*, ISBN: 978-9940-540-47-0 Ivpe Cetinje, Montenegro.
- Ergin, Ö., Şahin-Pekmez, E. ve Öngel-Erdal, S. (2005). Kuramdan Uygulamaya Deney Yoluyla Fen Öğretimi. *İzmir: Dinazor Kitapevi.*
- Ertan, T., Bahadır, U., Kılavuz, M. F., Uğraş, T., Altun, O., Aydoğdu, B. ve Çalışkan, E. (2023). Eğitim odaklı sanal evren tasarımı: Yıldız teknik üniversitesi örneği. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(45), 539-561.
- European Commission, (2015). Science Education For Responsible Citizenship. Report To The European Commission Of The Expert Group On Science Education. *Luxembourg: Publications Office Of The European Union.*
- Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M. And Ferreira, C. A. R. (2019). *Using ICT In Inquiry-Based Science Education.* Springer International Publishing.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S. ve LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 1(1), 10-13.

- Floridi, L. (2020). The coming age of artificial stupidity. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 21(21), 204-209.
- Fokides, E. ve Sfakianou, A. (2017). Virtual Reality in Education: A Tool for Learning in the Experience Age. *In Proceedings of the 11th Mediterranean Conference on Information System*.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate research in education. *McGram-Hill Publishing*.
- Freina, L. ve Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State of the Art and Perspectives. *In The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*. 1(1), 133-141.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K. ve Manitsaris, A. (2007). A virtual reality laboratory for distance education in chemistry. *International Journal Of Social And Human Sciences*, 1(1), 306-313.
- Gershenson, C., Gonzalez, P. P. ve Negrete, J. (2000). Thinking Adaptive: Towards A Behaviours Virtual Laboratory, 6. International Conference On The Simulation Of Adaptive.
- Glaser, B. G. ve Strauss, A. L. (1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. *Aldine Transaction*.
- Göçen, H. (2022). Examining the metaverse concept in the light of educational sciences literature. *Journal of Educational Sciences and Practice*, 12(2), 45-58.
- Göçen, S. (2022). Metaverse as a reality and its use in education: a review in terms of educational sciences. *Journal of Education and Learning*, 11(1), 101-112.
- Grimalt-Álvaro, C., Ametller, J., And Pintó, R. (2019). Factors shaping the uptake of ict in science classrooms. A study of a large-scale introduction of interactive whiteboards and computers. *International Journal of Innovation In Science And Mathematics Education*, 27(1), 18-36.
- Guo, H. ve Gao, W. (2022). Metaverse-powered experiential situational english-teaching design: an emotion-based analysis method. *Frontiers In Psychology*, 13(13), 1-9.

- Gupta, A. (2023). Virtual reality (vr) in education: a review of current trends and future directions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1-21.
- Güneş, M. H., Şener, N., Topal Germi, N. Ve Can, N. (2013). Fen ve teknoloji dersinde laboratuvar kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci değerlendirmeleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-11.
- Günlü, E. (2020). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri*. (Tez No: 611713) [Yüksek Lisans, Mersin Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Güzel, H. (2002). Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Laboratuvar Kullanımı ve Teknolojik Yenilikleri İzleme Eğilimleri (Yerel Bir Değerlendirme). *Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*.
- Harman, G. (2011). Analysis Of The Prospective Elementary Teachers' Informations About Laboratory Equipments That Are Used In Science And Technology Teaching. *International Conference On New Trends In Education And Their Implications*, 27-29 April, Antalya, Türkiye.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J. ve Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? or can students learn something from doing experiments? *Journal Of Research In Science Teaching*, 37(7), 655-675.
- Hartley, M. (1993). Computer simulations in chemistry. *Education in Chemistry*, 30(2), 41-43.
- Hastürk, E. (2018). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin fen ve teknoloji derslerinde laboratuvar uygulamalarının öğrenme üzerindeki etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 43(193), 251-273.
- Hatzilygeroudis, I. (2022). The potential of augmented reality (ar) in education: a comprehensive review. *Computers ve Education*, 17(6), 104-107.
- Henderson, S. ve Feiner, S. (2007). Augmented reality in the psychomotor phase of a procedural task. *In Proceedings of the 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 156-157)*. IEEE Computer Society.
- Herga, NR, Ve Dinevski, D. (2012, Haziran). Kimyayı Daha İyi Anlamak İçin Sanal Bir Laboratuvar Kullanma - Bilgi Edinme Konusunda Deneysel Bir Çalışma.

- Gelen ITI Bilgi Teknolojisi Arabirimleri Üzerinde 2012 34. *Uluslararası Konferansı Tutanaklar*. 237-242.
- Hill, D. J., Williams, O. F., Mizzy, D. P., Triumph, T. F., Brennan, C. R., Mason, D. C. ve Lawrence, D. S. (2019). Introduction to laboratory safety for graduate students: an active-learning endeavor. *Journal Of Chemical Education*, 96(4), 652-659.
- Hocaoğlu, M. (2023). The role of metaverse in education: opportunities and challenges. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 22(1), 123-138.
- Hofstein, A. ve Lunetta V.N. (2003). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Hofstein, A. (2009). Fen laboratuvarlarında ve laboratuvarlarından öğrenme. *Chemie-Und Physikdidaktik Für Die Lehramtsausbildung*, 5, 13-2.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Holzinger, A., Kickmeier-Rust, M. D., Wassertheurer, S. ve Hesser, M. (2009). Learning performance with interactive simulations in medical education: lessons learned from results of learning complex physiological models with the haemodynamics simulator. *Computers ve Education*, 52(2), 292-301.
- Huang, H. M., Rauch, U. ve Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Huang, R., Spector, J. M. Ve Yang, J. (2019). *Educational Technology*. Singapur: Springer.
- Hudson, P. 2010. Educating EFL Preservice Teachers For Teaching Astronomy. *Asia TEFL Conference, (6-8 Ağustos 2010)*, Hanoi University Of Languages International Studies, Hanoi, Vietnam.
- Javidi, H. (2004). Virtual laboratories: The e-learning experience. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 19(4), 181-188.
- Jeon, J. ve Jung, S. K. (2021). Exploring the educational applicability of metaverse-based platforms. *Kore Bilgi Eğitimi Derneği: Konferans Bildirileri*, 361- 368.

- Kaba, A. U. (2017). Uzaktan Fen Eğitiminde Destek Materyal Olarak Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Etkililiği. *Doctoral Dissertation, Anadolu University, Turkey.*
- Kaminska, D., Miodonska, Z. ve Kalita, M. (2019). Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age. *Journal of Educational Technology ve Society*, 22(4), 64-74.
- Karabatak, S. (2020). Second Life in Education in Turkey: A Methodological Review Research, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 813-829.
- Karagöz-Mırçık, Ö., Saka, A. Z. (2016). Fizik öğretiminde sanal laboratuvar destekli uygulamaların değerlendirilmesi. *Journal Of Research İn Education And Teaching*, 5(43), 388-395.
- Karasar, N. (2013). Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler. *Nobel Akademik Yayıncılık.*
- Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2006). Fen Eğitiminde Özel Öğretim Yöntemleri I-II. *Ankara: Anı Yayıncılık.* Heinemann.
- Karlı, F. ve Ayas, A. (2017). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyalinin etkisi: buharlaşma ve kaynama. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 529-561.
- Kartal, T. (2017). Fen Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu. İçinde Demirci Güler, M.P. (Ed.), *Fen Bilimleri Öğretim, Ankara: Pegem Akademi Yayınları.* 165-199.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. ve Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes İn Science And Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Kavlak, E. E. ve Birhanlı, A. (2023). Fen öğretiminde yenilikçi bir yöntem olarak sanal laboratuvarların kullanımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 38-51.
- Kavlak, E. E. (2023). *Fen bilimleri öğretmenlerinin Covid-19 uzaktan eğitim sürecinde sanal laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi.* (Tez No: 796338) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

- Kaya, E. ve Büyük, U. (2011). Fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar uygulamalarına ilişkin özyeterliklerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 59-78.
- Kaya, H. Ve Büyük, U. (2011). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlikleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1), 126-134.
- Kayabası, Y. (2005). Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. *Tojet: The Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 4(3). 11-15.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y. ve Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18(32), 1-13.
- Kesercioğlu, T., Balım, A. G., Öztürk, İ. ve Çavaş, B. (2004). Biyoloji Uygulamaları-I. *İzmir: Gama Yayınları*.
- Keskin Geçer, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar uygulamaları ile ilgili yeterlilikleri, tutumları ve karşılaşılan problemler*. (Tez No: 504199) [Doktora, Fırat Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Keskin, H., & Güneysu, A. (2023). Sınıf Öğretmenlerinin Laboratuvar Uygulamalarına Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi. *Temel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 41-51.
- Kırpık, M. A. ve Engin, A. O. (2009). Fen bilimlerinin öğretiminde laboratuvarın yeri önemi ve biyoloji öğretimi ile ilgili temel sorunlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 61-72.
- Kızılay, E., & Saylan Kırmızıgül, A. (2022). Investigation of the pre-service classroom teachers' views about virtual laboratories in distance education. *Muallim Rifat Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 60-73.
- Kızılay, E., Saylan Kırmızıgül, A. ve Hamalosmanoğlu, M. (2020). Sınıf öğretmeni adaylarının fen laboratuvarlarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Conference: 3. Uluslararası sosyal bilimleri kongresine (USBİK 2020)*.
- Kiraz, A. (2014). Yapay zekâ destekli sanal laboratuvar tasarımı: çekme deneyi uygulaması. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya*.
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in china. *Learning, Media And Technology*, 45(3), 298-311.

- Koca, A. B., & Kizilay, E. Pre-service science teacher's opinions on virtual labs and their use in biology. *Research on Education and Media*, 16(1), 57-63.
- Koçak, D. G., Koçak, S., Karal, H. ve Aytekin, H. (2018). The current situation of virtual reality and Metaverse studies in Turkey. *In 2018 International Congress on Engineering and Technology*. 1(1), 1-5.
- Korkmaz, H. (2000). İlköğretim fen bilgisi dersi öğretim programının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 121-126.
- Korkmaz, H. ve Kaptan, F. (2002). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenim yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin akademik başarı, akademik benlik kavramı ve çalışma sürelerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22). 91-97.
- Köse, S., Ayas, A. Ve Taş, E. (2003), "Bilgisayar destekli öğretimin kavram yanlışları ve öğrenci tutumları üzerine etkisi: Fotosentez örneği", *Pamukkale Üniversitesi Bilgi Teknolojileri Kongresi II*, Denizli.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. (2010). Temel kimya laboratuvarlarında öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin kavramsal değişim, tutum ve algılarına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 279-295.
- Kye, B., Yang, J. ve Lee, H. (2021). VR-supported science education: A systematic literature review. *Interactive Learning Environments*, 29(8), 1089-1106.
- Latchem, C., Thompson, G. ve Teoh, S. (1993). The potential of virtual reality for science and mathematics education. *Interactive Learning Environments*, 3(1), 1-18.
- Lee, E. A., Wong, K. W. ve Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers ve Education*, 55(55), 1424-1442.
- Lee, H., Woo, D. ve Yu, S. (2022). Virtual reality metaverse system supplementing remote education methods: based on aircraft maintenance simulation. *Applied Sciences*, 12(5), 1-15.
- Lee, J. J. (2012). The Use of Virtual Reality in Astronomy Education. In T. Bastiaens ve G. Marks (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2012*.

- Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).  
*12(12)*, 844-849.
- Lee, K. (2012). Augmented Reality In Education And Training. *Techtrends*, *56(2)*, 13-21.
- Lowe, D., Newcombe, P. ve Stumpers, B. (2012). Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. *Research Science Education*.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. Ve Clough, M. P. (2007). Learning And Teaching In The School Science Laboratory: An Analysis Of Research, Theory, And Practice. S. K. Abell ve N. G. Lederman (Ed.), *Handbook Of Research On Science Education* (S. 393-441). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ma, J. ve Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *38(3)*, 7.
- Manseur, R. (2005). Virtual Reality in Science And Engineering Education. *35th ASEE/IEEE Frontiers In Education Conference*, (19-22 Ekim 2005), Indianapolis, IN.
- MEB. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8.Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Genel Müdürlüğü.
- MEB (2013). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders Öğretim Programı (6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara.
- MEB (2006). *İlköğretim Okulları Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Merriam, S. B. (2013). Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber (3. Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: S. Turan). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Merriam, S. B. ve Tisdell, E. J. (2015). Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation. *San Francisco, CA: Wiley*.
- Mısıır, N. ve Saka, A. Z. (2012). Fizik öğretiminde iletkenin sığası konusunda tga yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, *1(3)*, 305-313.
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. Commissioned paper-Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision. *Washington DC: National Academy of Sciences*.

- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis. Thousand Oaks, CA: Sage.*
- Mulenga, E. M. ve Marban, J. M. (2020). Is covid-19 the gateway for digital learning in mathematics education? *Contemporary Educational Technology, 12(2)*, 1-11.
- Mustafa, A. ve Khan, S. (2022). Exploring the potential of metaverse in education: a systematic review. *Computers ve Education, 177*, 104409.
- Mutlu, A., (2015). *Genel Kimya Düzeyinde Gerçek Ve Sanal Laboratuvar Ortamlarında Gerçekleştirilen Rehberli Sorgulamaya Dayalı Etkinliklerin ğrenme Sürecine Etkisi*, (Tez No: 396615) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Nacaroğlu, G. ve Yıldırım, A. (2021). Ortaokul ğrencilerinin fen bilimleri laboratuvar çalışmalarına yönelik akademik risk alma eğilimlerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50(4)*, 1034-1051.
- Nischelwitzer, A., Lenz, F. J., Searle, G. ve Holzinger, A. (2007). Some Aspects Of The Development Of Low-Cost Augmented Reality Learning Environments As Examples For Future Interfaces In Technology Enhanced Learning. *UAHCI 2007 Held As Part Of HCI International 2007 Beijing, China, July, 2007 Proceedings, Part III*. Springer Berlin Heidelberg. 4(4), 728-737.
- North, M. M., North, S. M. ve Coble, J. R. (2015). Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment For The Fear Of Public Speaking. *International Journal Of Virtual Reality, 3(3)*, 1-6.
- Nuhoğlu, H. ve Yalçın, N. (2004). Fizik laboratuvarına yönelik bir tutum leğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(2)*, 317-327.
- Olympiou, G. ve Zacharias, Z.C. (2011). Blending physical and virtual manipulatives: an effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education, 96(1)*, 21-47.
- Osman, K., Ahmad, C. N. C. ve Halim, L. (2011). Students' Perception Of The Physical And Psychosocial Science Laboratory Environment In Malaysia:

- Comparison Across Subject And School Location. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, 15(15), 1650-1655.
- Oyelude, A. A. (2017). Virtual reality as a tool for teaching astronomy in nigerian secondary schools. *International Journal of Environmental ve Science Education*, 12(7), 1783-1794.
- Önder, E. B., Tane, Z. ve Tanel, R. (2023). Fizik öğretmen adaylarının gerçek ve sanal laboratuvar deneylerine ilişkin görüşleri. *Buca Faculty Of Education Journal*, 55(55), 112-114.
- Öndoğan, E. N., Öndoğan, Z. ve Topuzoğlu, B. (2022). A Study On The Investigation Of Sustainability Practices Of Global Brands İn The Fashion Market. *Ege Academic Review*, 22 (4), 393-412.
- Özcan, H. ve Orhan, A. T. (2023). Fen bilimleri öğretmenlerinin mesleklerinin ilk yıllarında karşılaştıkları sorunlara ilişkin görüşleri. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 12(4), 954-968.
- Özdener, N. (2005). Effects of computer simulations on cognitive skills and attitudes towards science. *Computers ve Education*, 44(4), 441-456.
- Özkan, R. ve Akçay, N. O. (2021). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersi öğretim programına eklenen fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(230), 119-146.
- Pantelidis, V. S. (2009). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes İn Science And Technology Education*, 2(2), 59-70.
- Patton, M. Q. (2014). Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri. (Trans. Eds. M. Bütün ve S. B. Demir). *Pegem Akademi*.
- Paxinou, E., Panagiotakopoulos, C.T., Karatrantou, A., Kalles, D. And Sgourou, A. (2020), Implementation And Evaluation Of A Three-Dimensional Virtual Reality Biology Lab Versus Conventional Didactic Practices İn Lab Experimenting With The Photonic Microscope. *Biochem Mol Biol Educ*, 48(48), 21-27.
- Polacek, K.M. Ve Keeling, E.L. (2005). Easy ways to promote inquiry in a laboratory course the power of student questions. *Journal Of College Science Teaching*, 35(1), 52-55.

- Popenici, S. A. ve Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research And Practice In Technology Enhanced Learning*, 12(1), 22.
- Punch, K. F. (2011). Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches. Sage.
- Rai, B., Tan, H. S., & Leo, C. H. (2019). Bringing play back into the biology classroom with the use of gamified virtual lab simulations. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 2(2), 31-45.
- Reis, R., Escudeiro, P. ve Escudeiro, N. (2011). Comparing social virtual worlds for educational purposes, *Education*, 1(1). 21-26.
- Rest, T. R. (1993). Virtual reality: A powerful new tool for chemical education. *Journal of Chemical Education*, 70(2), 85.
- Richards, J., Barowy, W. ve Levin, D. (1992). Computer simulations in the science classroom. *Journal Of Science Education And Technology*, 1(1), 67-79.
- Rolfe, G. (2006). Validity, trustworthiness and rigour: quality and the idea of qualitative research. *Journal of Advanced Nursing*, 53(3), 304-310.
- Rose, J., Spinks, N. ve Canhoto, A. I. (1995). *Management research: An introduction*. Sage.
- Rose, P., Beeby, J. ve Parker, D. (1995). Academic rigour in the lived experience of researchers using phenomenological methods in nursing. *Journal Of Advanced Nursing*. 21(6), 1124.
- Rubin, A. ve Babbie, E. R. (2016). Research methods for social work. *Cengage Learning*.
- Sargin, M. ve Göçen, H. (2020). Investigating the impact of artificial intelligence on various sectors: a comparative analysis. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(4), 521-538.
- Sarioğlan, A.B. (2015). Ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 333-340.
- Sarioğlu, S. Ve Girgin, S. (2020). The effect of using virtual reality in 6th grade science course the cell topic on student's academic achievements and attitudes towards the course. *Journal Of Turkish Science Education*, 17(1), 109-125.

- Schoenfeld, N. (2016). The effects of virtual reality on analytical thinking and performance: a literature review. *Journal of Virtual Reality and Education Research*, 1(1), 25-36.
- Schroeder, R. (2002). Social Interaction In Virtual Environments: Key Issues, Common Themes, And A Framework For Research. In R. Schroeder (Ed.), *The Social Life Of Avatars*. London, Uk: Springer. 1(8). 1–18.
- Seven, G. ve Engin, M. (2018). Fen eğitiminde laboratuvar kullanımının öğrencilerin bilimsel süreç becerisi, problem çözme becerisi ve tutumlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 846-867.
- Shulman, L.D. ve Tamir, P. (1973). Research On Teaching In The Natural Sciences. (Ed. R.M.W. Travers) *Second Handbook Of Research On Teaching*. Chicago, Rand McNally.
- Sıdal, M., Güler, M. ve Tali, D. (2023). Fen bilimleri dersindeki laboratuvar uygulamalarının öğretmen görüşleri bağlamında değerlendirilmesi, *Uluslararası Eğitime Özgün Bakış Dergisi*, 1(2), 342-361
- Singer, S., Hilton, M. ve Schweingruber, H. (2005). *Needing a new approach to science labs*. *The Science Teacher*, 72(7), 10.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P. Ve Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: interactive education system. *International Journal Of Computer Applications*, 49(15), 1–5.
- Sirvermez, U. ve Baltacı, Ş. (2023). Metaverse Applications in Education: Systematic Literature Review and Bibliographic Analysis of 2010–2022 Metaverse. 3(3), 397-417.
- Soğukpınar, R. ve Gundogdu, K. (2020). Fen bilimleri dersi ve laboratuvar uygulamalarına yönelik öğrenci ve öğretmen görüşleri: bir durum çalışması. *Ibad Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(8), 275-294.
- Sözen, N. (2020). Covid 19 sürecinde uzaktan eğitim uygulamaları üzerine bir inceleme. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(12), 302-319.
- Stepenuck, S. (2002). Material safety data sheets. *Neact Journal*, 21(1), 28-32.
- Stephenson, N. (1992). *Snowcrash*. Londra: Bantam Books.
- Stokes, L. C. ve Selin, N. E. (2014). The mercury game: evaluating a negotiation simulation that teaches students about science-policy interactions. *Journal Of Environmental Studies And Sciences*, 3(6), 597- 605.

- Strauss, A.L. Ve Corbin, J. (1990). Basics Of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures And Techniques. *Newbury Park, CAS Age*.
- Subramanian, R. Ve Marsic, I. (2010). Vibe: Virtual Biology Experiments. [Http://Www.Hkwebsym.Org.Hk/2001/ E4-Track/Vibe.Pdf](http://www.hkwebsym.org/hk/2001/E4-Track/Vibe.Pdf) 22 Ağustos 2010.
- Sürücü, M., et al. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen laboratuvarlarına yönelik tutumları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(2), 295-312.
- Şencan, H. (2005). Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.
- Şenler, B., Karışan, D. ve Bilican, K. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji laboratuvarına yönelik algı ve tutumlarının incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(3), 990-1007.
- Tanel, R. ve Tanel, Z. (2010). Virtual reality in science education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1197-1201.
- Taş, E. ve Bolat, A. (2022). The role of metaverse in science education: opportunities and challenges. *Journal of Science Education and Technology*, 31(4), 550-567.
- Taştekin, N. (2022). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Fen Laboratuvarına Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi. *Doctoral Dissertation, Necmettin Erbakan University, Turkey*.
- Tatlı, Z. ve Ayas, A. (2011). Nitel araştırma yöntemleri ve pedagojik araştırmalara örnekler. *Pegem Akademi*.
- Temiz, B. ve Kanlı, U. (2005). Üniversite 1. sınıf öğrencilerinin temel fizik laboratuvar araçlarını tanıma bilgileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 33(33). 168-169.
- Trundle, K. C., Bell, R. L. 2010. The use of a computer simulation to promote conceptual change: a quasi-experimental study. *Computers And Education*, 54(54), 1078-1088.
- Tuncel, M., & Fidan, M. (2018). Ortaokul fen bilimleri dersinde öğrenmede zorlanılan konular ve çözüm önerileri. 6. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi. Ankara Pegem Akademi*.
- Türk, G. D., Bayrakçı, S. Ve Akçay, E. (2022). Metaverse ve benlik sunumu. *The Turkish Online Journal Of Design Art And Communication*, 12(2), 316-333.

- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji Ve Bütçe Başkanlığı, *Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü Bilgi Ve Belge Yönetimi Dairesi Başkanlığı*. Ankara, 2019.
- Uçak, S. ve Erdem, H. H. (2020). Eğitimde yeni bir yön arayışı bağlamında “21. Yüzyıl becerileri ve eğitim felsefesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 76-93.
- Uluçınar, Ş., Cansaran, A. ve Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2, 465-475.
- Ünal, İ. K. ve Şeker, R. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: elektrik ünitesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 504-543.
- Ünal, K, İ. (2019). *Sanal ve gerçek laboratuvar uygulamalarının 5. sınıf fen dersi elektrik ünitesi öğretiminde öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. (Tez No: 583567) [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Üstün, E. (2024). *Ortaokullarda iş sağlığı ve güvenliği kapsamında fen laboratuvarlarında öğrencilerin ve öğretmenlerin güvenliğinin sağlanmasında kişisel koruyucu donanımların etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi].
- Van Manen, M. (2007). Phenomenology of practice. *Phenomenology ve Practice*, 1(1), 11-30.
- Wang, H., Yu, Z. ve Liu, L. (2022). The applications and challenges of virtual reality technology in higher education: a review. *Frontiers in Psychology*, 13(13), 80-113.
- Wilson, J. M. ve Redish, E. F. (1989). Using computers in teaching physics. *Physics Today*, 42(1), 34-41.
- Windschitl, M., (2003). Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.
- Winn, W. (1995). The Virtual Reality Roving Vehicle Project. *T.H.E Journal*, 23(23), 70- 75.
- Wolfram, W. (2020). Integrating virtual reality into biology education: challenges and opportunities. *Journal of Biological Education*, 54(4), 346-358.

- Yağcı, E. ve Şentürk, N. (2023). Metaverse uygulamalarının eğitime entegrasyonu: mevcut durum ve gelecek perspektifleri. *İlköğretim Online*, 22(3), 1345-1356.
- Yalın, H. İ. (2015). The effects of virtual reality environments on science education. *International Journal of Environmental ve Science Education*, 10(5), 785-805.
- Yang, K. Y. ve Heh, J. S. (2007). İnternet sanal fiziği laboratuvar eğitiminin fizikteki başarısına etkisi, 10. Sınıf öğrencilerinin fen bilimleri becerileri ve bilgisayar tutumları. *Fen Bilimleri Eğitimi ve Dergisi*, 16(5), 451-461.
- Yaşar, Ş., Ayas, A., Kaptan, F. ve Gücüm, B. (1998). Fen bilgisi öğretimi. Anadolu üniversitesi. *Açıköğretim Fakültesi Yayınları*. Eskişehir. 585.
- Yavuz, C. (2022). *Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde sanal laboratuvar kullanımına yönelik görüşlerinin incelenmesi*. (Tez No: 754466) [Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Yavuz, S. ve Akçay, M. (2017). Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 39-48.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., (2011). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, *Seçkin Yayıncılık (8. Baskı)*, Ankara.
- Yılmaz, A., Gülgün, C., Çetinkaya, M. ve Doganay, K. (2018). Initiatives and new trends towards stem education in Turkey. *Journal Of Education And Training Studies*, 6(6), 1-10.
- Yılmaz, R. ve Yılmaz, F. G. K. (2023). Augmented intelligence in programming learning: examining student views on the use of chatgpt for programming learning. *Computers İn Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100005.
- Young, S. ve Nichols, H. E. (2017). A reflexive evaluation of technology-enhanced learning. *Research İn Learning Technology*, 8(8), 2-7.
- Yu, L. (2022). Virtual Reality Technology and the Reform of Physics Teaching in Colleges and Universities. *In Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Smart Education and Applied Computer Science*, Atlantis Press, 133-137.
- Yumuşak, A. ve Aycan, Ş. (2002). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli çalışmanın faydaları demirci (Manisa)'de bir örnek, *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(16),197-204.

Yücel, T. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine göre fen bilimleri dersinde laboratuvar kullanımına yönelik tutum, özyeterlik ve kaygılarının incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi].

Zhao, R., Chu, Q. ve Chen, D. (2022). Exploring chemical reactions in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 4(99), 1635-1641.

Zhou, Z. (2022). An intelligent educational environment design based on metaverse technology. *Computers in Human Behavior*, 129(129), 107-121.

<https://www.milliyet.com.tr/egitim/egitimde-metaverse-devrimi-6724972>

(URL-1).

<https://celestiaproject.space/> (URL-2).



## EKLER

### EK 1: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

BAŞVURU NO: 490

#### ERCIYES ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU PROJE ONAY FORMU

Projenin Adı	"Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımı İle İlgili Görüşlerinin ve İhtiyaçlarının Belirlenmesi"	
Projenin Niteliği	Yüksek Lisans/Uzmanlık/Doktora Tezi	
Proje Araştırmacıları	Asiye Bilge KOCA (Sorumlu Araştırmacı)	Esra KIZILAY (Danışman)
Sorumlu Araştırmacının Haberleşme Bilgileri	Asiye Bilge KOCA (Sorumlu Araştırmacı)	Esra KIZILAY (Danışman)

#### KARAR:

Etik Kurulumuza başvuran *Asiye Bilge KOCA'nın, "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Laboratuvarında Sanal Gerçeklik ve Metaverse Kullanımı İle İlgili Görüşlerinin ve İhtiyaçlarının Belirlenmesi"* adlı çalışması değerlendirilerek aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.

- Proje etik açıdan uygun bulunmuştur.
- Projenin etik açıdan geliştirilmesi gerekmektedir.
- Proje etik açıdan uygun bulunmamıştır.

29/11/2022

ADI SOYADI

İMZA

ADI SOYADI	İMZA
Etik Kurul Başkanı Prof. Dr.	
Etik Kurul Başkan Yrd. Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Prof. Dr.	
Üye Doç. Dr.	
Üye Doç. Dr.	

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

<b>Adı Soyadı:</b>	Asiye Bilge KOCA
<b>Uyruğu:</b>	Türkiye Cumhuriyeti

### EĞİTİM

<b>Derece</b>	<b>Kurum</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi	2024
Lisans	Erciyes Üniversitesi	06/06/2020
Lise	Seyide Daloğlu Anadolu Lisesi	12/06/2015