



T.C.

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK
HAZIRLANAN SİMÜLASYON DESTEKLİ LABORATUVAR
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYÇA RÜMEYSA AKBAY

Malatya, 2025



T.C.

**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK
HAZIRLANAN SİMÜLASYON DESTEKLİ LABORATUVAR
UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYÇA RÜMEYSA AKBAY

Danışman

Prof. Dr. Nevzat BAYRI

Malatya, 2025

 İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ	YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ONAY FORMU	Doküman No	
		Yayın Tarihi	
		Revizyon No	
		Revizyon Tarihi	
		Sayfa No	

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK HAZIRLANAN
SİMÜLASYON DESTEKLİ LABORATUVAR UYGULAMALARININ ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nevzat BAYRI

HAZIRLAYAN

Ayça Rümeysa AKBAY

Jürimiz tarafından 21/01/2025 tarihinde yapılan değerlendirme sonucunda bu araştırma raporu **oybirliği** ile başarılı bulunarak Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı ‘nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri, Unvanı Adı Soyadı

İmza

1. Doç. Dr. Gamze YAYLA ESKİCİ

.....

2. Doç. Dr. Devkan KALECİ

.....

3. Prof. Dr. Nevzat BAYRI

.....

O N A Y

Bu tez, İnönü Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla da uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Eyüp İZCİ

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Nevzat BAHRİ danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Hazırlanan Simülasyon Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Etkileri*” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

AYÇA RÜMEYSA AKBAY

ÖNSÖZ

Bu tez, ‘Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Hazırlanan Simülasyon Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Etkileri’ üzerine gerçekleştirdiğim araştırmanın sonucudur. Tez çalışmam, simülasyonun optik başarısına etkisi temeline dayanmaktadır. Bu çalışma, fen eğitimi alanında daha derinlemesine bir anlayış geliştirmeyi amaçlamakta ve mevcut literatürdeki boşlukları doldurmayı hedeflemektedir.

Bu sürecin başından itibaren bana rehberlik eden ve her aşamada desteğini esirgemeyen değerli danışmanım, Prof. Dr. Nevzat BAYRİ hocama içten teşekkürlerimi sunarım. Onun yönlendirmeleri, bu tezin şekillenmesinde ve araştırma sürecinin verimli bir şekilde ilerlemesinde belirleyici olmuştur.

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarımda bana akademik anlamda her konuda destek sağlayan, bilgisini, hoşgörüsünü ve güler yüzünü hiç eksik etmeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İclal ALKAN SUCU hocama yardımları için teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması sırasında bana olan güvenini her zaman hissettiren aileme ve yakın çevreme de minnettarlığımı ifade etmek isterim. Özellikle annem Mevhibe AKBAY ve babam Mehmet Hakan AKBAY zorlu dönemlerde yanımda oldular ve moral kaynağım oldular. Bu çalışmanın her adımında onların desteği büyük bir rol oynamıştır. Ayrıca, her zaman yanımda olan ve süreç boyunca birlikte yol aldığım değerli arkadaşım Öznur İKİKAT'a, zorlu dönemlerde birlikte geçirdiğimiz zamanlar, karşılıklı paylaşımlarımız ve birbirimize verdiğimiz destek için içtenlikle teşekkür ederim.

Tezimin, fen eğitimi alanında katkı sağlamasını temenni ediyorum. Bu çalışmanın, alanındaki diğer araştırmalar için bir başlangıç noktası olmasını ümit ederim.

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK HAZIRLANAN SİMÜLASYON DESTEKLİ LABORATUVAR UYGULAMALARININ ETKİLERİ

AKBAY, Ayça Rümeysa

Yüksek Lisans, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nevzat BAYRI

Ocak 2025, XI + 98 Sayfa

Bu tez çalışmasında simülasyon destekli laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutum, bilişim teknolojileri yeterliliği ve fizik başarılarına etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın araştırma grubunu; 2022-2023 eğitim öğretim yılı güz döneminde İnönü Üniversitesi Eğitim fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıflarda öğrenim gören 53 öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak fizik başarı testi, fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlik ölçeği kullanılmıştır. Çalışma dahilinde deney grubuna kapalı uçlu deneyler sonrasında simülasyon deneyleri uygulanırken kontrol grubunda yalnızca kapalı uçlu deney tekniği ile dersler yürütülmüştür. Uygulama sonrasında veri toplama araçlarından elde edilen veriler SPSS 24.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veri analizi sonucunda simülasyon destekli laboratuvar uygulamalarının başarı, tutum ve BİT yeterliliği olumlu etki ettiği görülmüş ve istatistiksel farklılıklar ayrı ayrı yorumlanmıştır. Bu bağlamda, fizik laboratuvarlarında deney tekniklerinin beraberinde simülasyon uygulamasının yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kapalı uçlu laboratuvar tekniği, Simülasyon, Optik, Başarı testi

ABSTRACT

THE EFFECT OF SIMULATION SUPPORTED LABORATORY APPLICATIONS DESIGNED FOR PRE-SERVICE SCIENCE SCIENCE TEACHERS

AKBAY, Ayça Rümeysa

**Master's Degree, Department of Mathematics and Science
Education Science Education**

Thesis Advisor: Prof. Dr. Nevzat BAYRI

January 2025, XI + 98 page

This thesis study aims to examine the effects of simulation-supported laboratory applications on pre-service science teachers' attitudes toward physics laboratories, information and communication technology competencies, and physics achievement. A quasi-experimental research method was employed in this study. The research group consisted of 53 pre-service teachers enrolled in the second year of the Science Teacher Education program at İn n  University Faculty of Education during the fall semester of the 2022-2023 academic year. The data collection instruments used in the study included a physics achievement test, a physics laboratory attitude scale and an communication technology competency scale. In the experimental group, simulation-based experiments were conducted following closed-ended laboratory experiments, whereas in the control group, only closed-ended experiments were performed. After the implementation, the data obtained from the instruments were analyzed using the SPSS 24.0 software. The results of the data analysis indicated that simulation-supported laboratory applications had a positive impact on students' achievement, attitudes, and ICT competencies, with statistically significant differences observed in each aspect. In this context, it is recommended that simulation applications be incorporated alongside traditional experimental techniques in physics laboratories.

Keywords: Closed-ended laboratory, simulation, optics, achievement test.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Problemi	4
1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri	4
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	7
1.5. Varsayımlar/Sayıtlar	8
1.6. Tanımlar	8

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Fen Eğitimi.....	10
2.2. Başarı Testi.....	11
2.3. Laboratuvar Tekniği.....	13
2.4. Bilgisayar Destekli Eğitim	17
2.4.1. Bilgi ve İletişim Teknolojisi(BİT).....	18
2.4.2. Bilgisayar Destekli Fen Eğitiminde Simülasyon.....	19
2.4.3. Bilgisayar Destekli (Simülasyon) Fen Eğitimi ile İlgili Yapılan Araştırmalar	22
2.5. Fen Laboratuvarına Yönelik Tutum.....	25

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	28
3.2. Çalışma Grubu	29
3.3. Veri Toplama Teknikleri.....	29
3.3.1. Başarı Testi	30
3.3.2. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği	33
3.3.3. Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği	34
3.4. Verilerin Analizi.....	35
3.5. Deneysel İşlemler.....	36
3.5.1. Fizik III Laboratuvarı	38
3.5.2. Simülasyon Laboratuvarı Destekli Fizik III Laboratuvarı	42

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Normal Dağılımı	52
4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular Ve Yorumlar.....	55
4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	56
4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	57
4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	58
4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	59
4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular	60
4.8. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	61
4.9. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	62
4.10. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	63
4.11. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular	64
4.12. On Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	65
4.13. On İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	66
4.14. On Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	67

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuçlar.....	68
5.2. Öneriler	73

KAYNAKLAR	75
EKLER	86
EK – 1. Etik Kurul Araştırma İzni	86
EK – 3. Optik Başarı Testi (OBT)	88
EK – 4. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği.....	94
EK – 5. Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği	97



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. <i>Araştırma Deseni</i>	29
Tablo 2. <i>Optik başarı testinde yer alan konular ve soru maddeleri</i>	30
Tablo 3. <i>Optik Başarı Testinde Bulunan Soruların Madde Analizi Sonuçları (Nihai)</i> ...	32
Tablo 4. <i>Optik Başarı Testinin Madde Analizi Sonuçları (Nihai)</i>	32
Tablo 5. <i>DeneySEL işlem izlencesi</i>	37
Tablo 6. <i>Test Puanlarına Ait Normallik Testi Sonuçları</i>	53
Tablo 7. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	55
Tablo 8. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	56
Tablo 9. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutumlarının Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	57
Tablo 10. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutumlarının Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	58
Tablo 11. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlikleri Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	59
Tablo 12. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlikleri Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	60
Tablo 13. <i>Deney Grubunun Optik Başarısına İlişkin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	61
Tablo 14. <i>Kontrol Grubunun Optik Başarısına İlişkin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	62
Tablo 15. <i>Deney Grubunun Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutum Puanlarının Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	63
Tablo 16. <i>Kontrol Grubunun Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutum Puanlarının Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	64
Tablo 17. <i>Deney Grubunun Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterliklerinin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	65
Tablo 18. <i>Kontrol Grubunun Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterliklerinin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması</i>	66

Tablo 19. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Kalıcılık Testi</i>	
<i>Puanlarının Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması.....</i>	<i>67</i>



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yansıma ve Düzlem Aynada Görüntü oluşumu Deneyi	39
Şekil 2. Kırılma ve Işığın Renklere Ayrılması Deneyi	40
Şekil 3. Aynalar ve Mercekler Deneyi	41
Şekil 4. Girişim ve Kırınım Deneyi	42
Şekil 5. Bilişim laboratuvarından bir örnek	43
Şekil 6. Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Simülasyonu.....	44
Şekil 7. Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Simülasyonundan Bir Örnek.....	44
Şekil 8. Yansıma Simülasyonu.....	45
Şekil 9. Yansıma Simülasyonundan Bir Örnek.....	45
Şekil 10. Işığın Renklere Ayrılması Simülasyonu	46
Şekil 11. Işığın Renklere Ayrılması Simülasyonunda Bir Örnek	47
Şekil 12. Kırılma Simülasyonu	47
Şekil 13. Kırılma Simülasyonundan Bir Örnek	48
Şekil 14. Aynalar ve Mercekler Simülasyonu.....	49
Şekil 15. Mercekler Simülasyonundan Bir Örnek	49
Şekil 16. Aynalar Simülasyonundan Bir Örnek	50
Şekil 17. Merceklerde Görüntü Oluşumu Simülasyonundan Bir Örnek.....	50
Şekil 18. Girişim Simülasyonu.....	51
Şekil 19. Kırınım Simülasyonu	51
Şekil 20. Başarı Testi İçin Histogram ve Q-Q Eğrileri	54

KISALTMALAR LİSTESİ

BİT: Bilgi ve İletişim Teknolojisi

OBT: Optik Başarı Testi

PhET: Physics Education Technology

SPPS: Statistical Package for the Social Sciences



BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Günümüz fen eğitiminin amacı, öğrencilere yalnızca bilimsel bilgi ve ilkeleri aktarmakla sınırlı kalmak değil, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel bilgiyi kullanarak tartışmalar yapmalarına, yorumlar geliştirmelerine ve yeni bilgiler üretmelerine olanak sağlamaktır. Fen eğitimi, öğrencilerin düşüncelerini test ederek ve keşfederek daha derin bir anlayışa ulaşmalarını hedefler. Bilimsel araştırma sürecinde, düşünceler yalnızca kabul edilmekle kalmaz, aynı zamanda farklı görüşler kanıtlar doğrultusunda değerlendirilir (Çakıcı, 2013). Bugün, bilgilerin kalıcı olabilmesi için görsel, işitsel ya da aktif katılım yoluyla öğrenme yöntemlerinin etkili olduğu genel kabul görmüştür. Ayrıca, günümüzde bilgisayar destekli eğitim araçları sayesinde farklı formatlarda eğitim materyalleri üretmek ve bunları derslerde sıkça kullanmak mümkündür. Bu tür interaktif programlar, kullanıcıyla doğrudan etkileşim sağlayarak motivasyonu artırır ve öğrenme sürecini daha verimli kılmaktadır (Birekul, 2024). Örneğin, klasik yöntemlerle fizik kavramlarını öğrencilere soyut bir şekilde anlatmak oldukça zordur. Ancak, bu yasaları günlük yaşamda sıkça karşılaştığımız somut örneklerle kavratmak için uzun süre teorik anlatımlar, formül yazımları, sembolik çizimler ve laboratuvar deneyleri yapmak gerekebilir. Kısa bir simülasyon gösterimiyle, birkaç dakika içinde konunun tüm önemli noktaları açık ve net bir şekilde aktarılabilir (Güvercin, 2010).

Fen eğitimi, soyut kavramların sıkça yer aldığı bir alan olduğu için, bu soyut kavramların anlaşılabilirliği ve somut hale getirilebilmesi adına zihinsel modellere başvurulmaktadır. Optik ünitesinde yer alan kavramlar hem soyut hem de somut olabilir. Öğrenme sürecinde yapılan benzetmeler, kullanılan görseller ve örnekler, öğrencilerin zihinlerinde belirli görsel ya da kavramsal imgeler oluşturur. Bu zihinsel modeller doğru ve anlamlı şekilde sunulduğunda, öğrenmeyi kolaylaştırır. Optik ünitesinde görsel öğeler daha yoğun olduğu için, öğrencilerin zihinsel modellerinin doğru şekilde belirlenmesi,

kalıcı ve anlamlı bir öğrenme sağlamak açısından oldukça önemlidir (Aydın ve Öztekin, 2018).

Fen eğitiminde laboratuvar yönteminin kullanımı, öğrencilerin bilgiye aktif katılımını sağlayarak öğrenme sürecini derinleştirir. Öğrenciler, yalnızca soyut kavramları öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda bu kavramları gerçek dünya ile ilişkilendirerek somut hale getirirler. Laboratuvar ortamında yapılan deneyler, öğrencilerin soruları sorgulamalarını, hipotezler oluşturup test etmelerini ve bilimsel verileri analiz etmelerini teşvik eder. Bu süreç, öğrencilerin problem çözme, analitik becerisini ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine imkân sağlar (Şahin ve Usta Gezer, 2014). Bununla birlikte, laboratuvar çalışmalarının öğrencilere öğretici bir deneyim sunabilmesi için uygun bir öğretim yaklaşımı ve doğru materyallerin kullanılması büyük önem taşır. Ancak laboratuvar yönteminin etkinliği, sadece fiziksel ortamla sınırlı değildir; öğretmenin rehberliği, sınıf içi etkileşimler ve öğrencilerin motivasyonu gibi faktörler de bu yöntemin başarısını doğrudan etkiler. Fen laboratuvarlarında öğrencilerin aktif katılımını sağlamak, onların öğrenme sürecine daha derinlemesine dahil olmalarını teşvik eder. Ayrıca, laboratuvar çalışmaları, öğrencilerin fen eğitimine olan ilgilerini artırırken, onların daha kalıcı ve anlamlı öğrenmelerine de katkıda bulunmaktadır (Pekbay ve Kaptan, 2014). Ancak laboratuvar yönteminde de bazı sınırlılık oluşabilir. Bunlar arasında, özellikle laboratuvarlarda, öğrenci sayısının fazla olduğu durumlarda ekipman ve malzeme eksiklikleri, deneylerin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için gerekli önlemlerin alınamaması ve zaman kısıtlamaları yer alabilir. Ayrıca bazı deneyler, yüksek maliyetli ekipmanlar veya özel laboratuvar koşulları gerektirebilir, bu da eğitim kurumları için önemli bir engel oluşturmaktadır. Bu tür sınırlamalar, laboratuvar çalışmalarının her öğrencinin deneyimleyebileceği bir öğrenme fırsatına dönüşmesini zorlaştırabilir. Simülasyon laboratuvarları, bu sınırlamaları aşma noktasında önemli bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanal ortamda, öğrenciler daha geniş bir deney yelpazesıyla karşılaşabilir ve kaynak kısıtlamaları olmadan her türlü deneyimi güvenli bir şekilde gerçekleştirebilirler. Ayrıca, simülasyon laboratuvarları, öğrencilere anında geri bildirim sağlama, deneylerin tekrar edilmesini ve verilerin hızlı bir şekilde analiz edilmesini mümkün kılarak, öğrenme sürecini daha verimli hale getirmektedir (Bilal Önder, Tanel ve Tanel, 2023). Ancak, simülasyon laboratuvarlarının da bazı zorlukları vardır; bunlar arasında öğrenci etkileşiminin sınırlı olması, gerçek dünya ile ilişkili pratik deneyimlerin eksikliği ve bazı öğrenciler için teknolojiye erişim

zorlukları yer alabilir. Bu nedenle, en verimli öğrenme deneyimi için mevcut laboratuvar yöntemlerinin ve simülasyon laboratuvarlarının bir arada kullanılması, öğretim sürecini zenginleştirici bir yaklaşım olabilir.

Fen eğitimi sürecinde öğrencilerden çeşitli becerilerin; örneğin sorgulama, gözlem yapma, deney kurma ve hipotez geliştirme gibi yeteneklerin kazandırılması hedeflenmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT), fen eğitimini zenginleştirmek ve desteklemek için önemli bir rol oynadığı kanıtlanmıştır. Yapılan araştırmalara göre (Demir, Büyük ve Koç, 2012), BİT kullanımı, fen eğitimi hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırmakta, laboratuvar becerilerini geliştirmekte, zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini de artırmakta ve öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır. Genel olarak, BİT'in fen eğitiminde kullanımı, öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirmeye katkı sağlamaktadır (Çavaş,2005). Öğrencilerin BİT'e olan yeterlilikleri de fen eğitiminde büyük bir öneme sahiptir. Teknolojik araçların ve dijital içeriklerin kullanımı, öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisini artırabilir ve bu araçları kullanarak daha etkin bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, bu araçlar sayesinde öğrenciler, fen bilimlerinde daha önce ulaşamadıkları verileri inceleyebilir, deneyler yapabilir ve teorik bilgileri pratikte uygulayabilirler. Öğrencilerin teknoloji becerileri, onların gelecekteki bilimsel çalışmalarına da katkı sağlamaktadır. Ancak, BİT'in etkin kullanımının sağlanabilmesi için hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin teknolojiye olan yeterlilik seviyelerinin artırılması gerekmektedir. BİT'in fen eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için eğitimde teknoloji becerileri geliştirilmesi ve öğretim süreçlerinin bu teknolojilere uygun hale getirilmesi önemlidir. Bu bağlamda, fen öğretiminde BİT entegrasyonunun yalnızca araçları kullanmakla sınırlı olmayıp, pedagojik açıdan da etkili bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Öğretmenlerin ve öğrencilerin teknolojiye olan yeterlilikleri, fen eğitiminin kalitesini artıracak önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Som, 2014).

Öğrencilerin laboratuvar ortamlarına yönelik tutumları, onların bu ortamlarda geçirdikleri süreyi ve deneylere olan katılımlarını doğrudan etkiler. Laboratuvar çalışmalarına karşı olumlu tutumlar geliştiren öğrenciler, daha fazla keşfetme, problem çözme ve deneysel çalışmalar yapma isteği gösterirler. Bu tutumlar, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeleri için büyük bir fırsat yaratır. Ancak, olumsuz tutumlar,

öğrencilerin fizik derslerine karşı ilgilerini kaybetmelerine ve daha pasif bir öğrenme süreci geçirmelerine yol açabilir. Öğretmenlerin, öğrencilerin laboratuvar çalışmalarına karşı olumlu bir tutum geliştirmelerini sağlamak için laboratuvar ortamını çekici, anlamlı ve etkileşimli hale getirecek öğretim yöntemleri kullanmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, fizik öğretiminde laboratuvar çalışmalarının pedagojik açıdan nasıl yapılandırılacağı ve öğrencilerin tutumlarının nasıl iyileştirileceği önemli bir araştırma konusudur (Sürücü, Özdemir, Bilen ve Köse, 2013).

Bu bağlamda fen eğitiminde öğrenci yeterlilikleri, kullanılan teknolojiler ve öğrencilerin laboratuvarlara karşı geliştirdikleri tutumlar bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir. Bu tez çalışması fen eğitiminde kapalı uçlu laboratuvar yöntemi, simülasyonlar, bilgi ve iletişim teknolojisi yeterlilikleri ile fen laboratuvarlarına karşı tutumların etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirebilmesi için fen eğitiminde daha etkili bir öğretim ortamının nasıl oluşturulabileceği tartışılacak ve fen eğitiminin kalitesini artırmaya yönelik önerilerde bulunmaktadır.

1.2. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problem cümlesi; “Optik konusunda hazırlanan simülasyon destekli fizik laboratuvarlarının fen bilgisi öğretmen adaylarının başarısına, tutumlarına ve bilgi ve iletişim teknolojilerine etkileri nelerdir? ” şeklindedir.

1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Optik başarısına ilişkin ön test puanları açısından simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Optik başarısına ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin ön test puanları açısından simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

5. Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin ön test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

6. Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

7. Optik başarısına ilişkin simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

8. Optik başarısına ilişkin kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

9. Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

10. Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

11. Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

12. Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

13. Optik başarısına ilişkin kalıcılık testi puanları açısından kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri ile simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Fen Bilgisi öğretmenlerinin, öğrencilere fen bilimleri etkin bir şekilde aktarabilmesi, eğitim kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Fen bilimleri, soyut kavramlarla dolu ve öğrenciler için bazen anlaşılması zor olan bir alan olduğundan, öğretmen adaylarının bu tür konuları öğretme becerilerinin geliştirilmesi gereklidir. Özellikle optik gibi görsel ve soyut kavramlar içeren dersler, öğrenciler açısından daha fazla zorluk çıkarabilir. Bu nedenle, bu derslerde kullanılan öğretim yöntemlerinin etkinliği büyük bir önem taşır. Günümüzde eğitimde teknoloji kullanımının artması, öğretim süreçlerini daha verimli hale getiren yeni olanaklar sunmaktadır. Simülasyonlar, soyut fen konularını daha somut ve anlaşılır hale getirirken, aynı zamanda öğrencilerin güvenli bir ortamda öğrenmelerine imkân tanır. Bu araçlar, laboratuvarların sınırlamalarını aşarak daha geniş bir öğrenci kitlesine uygulamalı deneyim kazandırmaktadır (Kurtoğlu Erden ve Uslupehliven, 2020)

Fen Bilgisi öğretmen adaylarına yönelik yapılan araştırmalar, öğretim yöntemlerinin etkinliğini inceleyerek, adayların konuları daha iyi öğrenmelerini ve öğrencilere daha etkili bir şekilde aktarabilmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Özellikle fizik gibi alanlarda yapılan laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin teorik bilgilerini pekiştirmeleri için önemli bir fırsat sunar (Soğukpınar ve Gundoğdu, 2020). Ancak, laboratuvar çalışmaları sırasında öğrencilerin karşılaştığı zorluklar ve olumsuz tutumlar, bu deneyimlerin verimliliğini etkileyebilir. Simülasyon tabanlı öğretim yöntemleri, bu tür olumsuzlukları azaltarak öğrencilere daha etkili ve güvenli bir öğrenme ortamı sunar (Özkara, 2023). Bu araştırma, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar ile simülasyon destekli laboratuvar uygulaması yöntemlerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini karşılaştırarak, öğretmen adaylarının teknoloji kullanma becerilerini ve

öğrenme süreçlerini iyileştirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca, öğrencilerin fizik laboratuvarlarına karşı geliştirdikleri tutumların, öğrenme başarıları üzerindeki etkilerini inceleyerek, daha verimli öğretim stratejileri geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının teknoloji kullanımı konusunda yeterlilik kazanmaları, öğrencilerin daha etkili bir şekilde öğrenmelerine olanak tanıyacaktır. Bu araştırma, öğretmen eğitimi sürecinde teknolojinin nasıl daha verimli bir şekilde kullanılabileceğine dair önemli bulgular sunmayı ve bu alanda yeni yaklaşımlar geliştirilmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu araştırma 2022-2023 Eğitim Öğretim yılı güz dönemi, Malatya İlindeki bir devlet üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği bölümü 2.sınıf öğrencileri ile sınırlandırılmıştır.

2. Bu araştırma, Fizik III dersi “Optik” konusu ile sınırlıdır.

3. Araştırma, yalnızca veri toplama araçları ve katılımcı öğrencilerin bu araçlara verdikleri cevaplarla sınırlıdır.

4. Bu araştırma, öğrencilerin başlangıç bilgi düzeylerini belirleyebilmek ve uygulama sonrası başarılarını belirlemek için "Optik Başarı Testi", fizik laboratuvarına karşı tutumlarını belirleyebilmek için "Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği" ve bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerini değerlendirmek amacıyla "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği" kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

5. Araştırma, öğrencilere uygulanan 20 soruluk optik başarı testi, 36 maddelik 5 dereceli likert tipi fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği ve 19 maddelik 5 dereceli likert tipi bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlik ölçeği ile sınırlıdır. Uygulama zaman açısından deney ve kontrol gruplarında aynı sürelerde olup, ön ve son testlerin uygulanmasıyla toplamda 4 hafta sürmüştür.

1.5. Varsayımlar/Sayıtlar

1. Öğrencilerin, araştırma sırasında uygulanan başarı testi ve ölçeklerde yer alan sorulara içtenlikle yanıt verecekleri varsayılmıştır.

2. Öğrencilerin optik konusundaki başarılarının değerlendirilebilir bir kavram olduğu ve araştırmada kullanılan optik başarı testinin, bu başarıyı belirlemede yeterli olacağı varsayılmıştır.

3. Öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı tutumlarının değerlendirilebilir bir kavram olduğu ve araştırmada kullanılan ölçeğin, bu tutumları belirlemede yeterli olacağı varsayılmıştır.

4. Öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojisi yeterliliklerinin değerlendirilebilir bir kavram olduğu ve araştırma ölçeğinin, bu yeterlilikleri belirlemede yeterli olacağı varsayılmıştır.

5. Araştırmaya katılan öğrencilerin, çalışmaya isteyerek dahil oldukları ve test ile ölçek maddelerine yanıt verme yeteneğine sahip oldukları varsayılmıştır.

6. Araştırma boyunca, öğrenciler arasında olumlu ya da olumsuz herhangi bir etkileşimin en düşük seviyede olduğu kabul edilmiştir.

7. Araştırmaya etki edebilecek kontrol edilemeyen değişkenlerin etkilerinin, deney ve kontrol gruplarında aynı düzeyde olduğu kabul edilmiştir.

8. Araştırma uygulamasında kullanılan simülasyon yazılımları ve deneysel uygulamaların, öğretim hedeflerine, müfredata, dersin hedef ve kazanımlarına uygun olduğu ve her iki grup için aynı verimlilik ve etkiye sahip olduğu varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Fen Eğitimi: Fen eğitimi, öğrencilere bilimsel düşünme, sorgulama ve problem çözme becerileri kazandırarak, onları çevresel ve toplumsal sorunlara duyarlı, bilim ve teknolojiye ilgi duyan bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlayan bir öğretim sürecidir (Yılmaz, 2024).

Başarı Testi: Başarı testleri, öğrencilerin bilgi ve becerilerini ölçerek eğitim sürecinde oluşabilecek aksaklıkların belirlenmesine ve giderilmesine yardımcı olan, test sonuçlarının doğru yorumlanması ve çok yönlü analiz edilmesi gereken değerlendirme araçlarıdır(Akbulut ve Çepni, 2013).

Laboratuvar Destekli Öğretim: Laboratuvar destekli öğretim, öğrencinin bir konu veya kavramı birinci elden uygulayarak ya da gösteri yoluyla öğrendiği bir öğretim ortamıdır (Yılmaz ve Morgil, 1999).

Bilgisayar Simülasyonu: Farklı yazılım araçlarıyla bilgisayar ekranında, gerçek dünyaya yakın ve belirli hedeflere uygun olarak oluşturulan, öğrencilerin aktif olarak etkileşimde bulunarak görsel simülasyonlar ile değişen koşulları keşfetmelerini sağlayan uygulamalardır (Koç, 2023).

Bilgi Ve İletişim Teknolojisi: Bilgiye erişim, işleme, iletme ve paylaşma süreçlerini dijital araçlar ve sistemler aracılığıyla gerçekleştiren teknolojilerin bütünüdür(Özen ve Mert,2024).

Tutum: Bireylerin belirli bir nesne, durum veya olaya karşı gösterdikleri olumlu ya da olumsuz davranıştır. (Turanlı, Türker ve Keçeci, 2008).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Fen Eğitimi

Fen bilimleri, insanların doğaya olan merakından doğan bir alan olarak, zamanla gelişip önemli bir eğitim disiplini haline gelmiştir. İlk çağlardan itibaren insanlar, çevrelerinde gördükleri doğa olaylarını anlamak için sorular sormuş ve bu merak, fen bilimlerinin temelini atmıştır. Fen bilimleri, doğadaki olayları anlamak ve bunlara işlevsel çözümler üretmek amacıyla ortaya çıkmıştır. 1960'lı yıllarda bilim ve teknoloji alanındaki hızlı ilerlemeler, ülkelerin eğitim sistemlerinde fen bilimine olan ilgiyi artırmıştır. Özellikle Amerika'da başlayan eğitim reformları, Türkiye'de de fen liselerinin kurulmasıyla kendini göstermiştir. Bu okullar, öğrencilere fen bilimleri alanında derinlemesine eğitim sunarak bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir (Cansever, 2022).

Fen eğitiminin temel amaçları arasında, bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları sorunları tanımlayıp bilimsel yöntemlerle çözüm üretmelerine yardımcı olmak yer alır (Tan ve Temiz, 2003). Fen okuryazarı bireyler yetiştirmek, bu eğitim sürecinin en önemli hedefidir. Fen okuryazarı bireyler, meraklı, bilimle ilgilenen, bilimsel gelişmeleri takip eden ve edindikleri bilgileri günlük hayatlarında kullanabilen bireylerdir. Bu kişiler, değişimlere açık olup, çevre sorunlarına duyarlıdırlar. Fen eğitiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için laboratuvar kullanımı gibi somut deneyimlere dayalı yöntemleri içerir. Öğrenciler, laboratuvar ortamında bilgi ve becerilerini uygulama fırsatı bulduklarında, öğrenme süreci daha kalıcı hale gelir. Ayrıca, fen bilimleri öğretiminin, bireylere bilimsel düşünmeyi öğretmek amacıyla ideal bir ortam sağladığı da belirtilmelidir. Bireylere bilimin doğasını anlamalarına, çevre ve toplum ilişkisini kavramalarına, ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmayı hedefler. Bu süreç, öğrencilerin teorik bilgi ile uygulamalı deneyimlerini

birleştirerek, kalıcı öğrenmeyi sağlamalarına katkı sunar. Böylece, geleceğın merak eden, sorgulayan ve eleştirel düşünen bireylerini yetiştirmek mümkün olur.

Fen eğitimi okuryazarlığı, bireylerin araştırma, sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, yaşam boyu öğrenme alışkanlığı kazandırarak çevrelerine ve dünyaya karşı meraklarını sürdürmelerine yardımcı oluyor. Fen okuryazarı olan bireyler, bilimsel kavramları anlayarak bu bilgileri pratikte kullanabilirler. Problemleri çözerken bilimsel yöntemleri kullanmaları beklenir (Güngören, 2019). Fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimleri anlamaları, onlara daha bilinçli kararlar verme yeteneğı kazandırır. Fen bilimleri ve teknoloji, birbirini destekleyen alanlardır. Fen bilimlerindeki yenilikler, teknolojiye uygulama bulurken, gelişen teknoloji de insan yaşamını olumlu yönde etkiler. Bu iki alan, toplumu ve çevreyi etkileyerek insanların yaşam kalitesini artırmada önemli bir rol oynamaktadır (Minaslı, 2009).

2.2. Başarı Testi

Eğitim sisteminde öğretim hedeflerine ulaşabilmek için, eğitim süreçlerinin ve sonuçlarının kalitesinin sürekli izlenmesi gereklidir. Öğrencilerin öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi, okullarda öğrenme ve öğretim kalitesini ölçmenin önemli bir yoludur. Bu değerlendirme, öğrencilerin ders öncesindeki hazırbulunuşluk düzeyleri, ders esnasındaki tutumları ve öğrenme sonundaki başarıları gibi çeşitli faktörleri kapsar (Çiçek Şentürk ve Selvi, 2021).

Ölçme ve değerlendirme, eğitim-öğretim bileşenlerinde kritik bir rol oynar. Bilgi ve beceriler, duyuşsal (tutum ve değerler) ve devinişsel (motor becerileri) alanlardaki hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek için kullanılır. Bu sürecin özellikle devam eden öğrenme eksikliklerini tespit edip gidermeye yardımcı olur. Ayrıca öğretim etkinliklerinin amaçlarının ne ölçüde gerçekleştirildiğini değerlendirmeye olanak tanır. Böylece, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini anlayarak daha etkili öğretim yöntemleri geliştirilebilir. Ölçme ve değerlendirmenin çeşitliliğı, farklı öğrenme yoğunluğunun yönlendirilmesine ve daha kapsamlı bir değerlendirme gerçekleştirir (Gönen, Kocakaya ve Kocakaya, 2011).

Öğrenci performansını ölçmek için çeşitli ölçme araçları kullanılmaktadır. Açık uçlu sorular, doğru-yanlış soruları ve çoktan seçmeli testler bunlardan bazılarıdır. Özellikle çoktan seçmeli testler, nesnel puanlama imkanı, geniş kapsamlı geçerlik, puanlama kolaylığı ve güvenilirliği nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca, kalabalık gruplarda uygulanabilirliği de önemli bir avantajdır. Bu ölçme araçları, öğretim sürecinin etkinliğini artırmak ve öğrencilerin öğrenme seviyelerini belirlemek için kritik bir rol oynamaktadır. Araştırmalarda, öğrencilerin başarıları genellikle bağımlı değişken olarak ele alınır ve bu amaçla başarı testleri sıkça kullanılır. Başarı testleri, öğrencinin belirli bir öğrenme süreciyle kazandığı bilgi ve becerileri ölçmek için geliştirilmiş araçlardır. Bu tür araştırmalarda, başarı testlerinin geliştirilmesinde belirli standart aşamaların takip edilmesi büyük önem taşır. Çünkü geliştirilen testler, öğrencilerin öğrenme düzeyleri ve başarıları hakkında yorumlar yapılmasına olanak tanır ve eğitim bilimlerine değerli katkılar sağlayabilir. Dolayısıyla, başarı testi puanlarının kullanıldığı bilimsel çalışmalarda geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış testlerin tercih edilmesi, doğru sonuçlar elde etmek için gereklidir (Çardak ve Selvi, 2018).

Başarı testleri hazırlanırken, öğretmenlerin doğrudan soru yazmadan önce ölçmek istedikleri kazanımların bilişsel düzeyini belirlemeleri önemlidir. Bu yaklaşım, testin amacına daha iyi hizmet etmesini sağlar (Erkuş, 2012). Bu hedefe ulaşmak için "Yenilenmiş Bloom Taksonomisi," hem bilgi hem de süreç boyutunda konuyu etkili bir şekilde açıklama yeteneği nedeniyle tercih edilebilir. Süreç tamamlandıktan sonra, geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testinin hazırlanmasına başlanabilir. Böyle bir test, öğrencilerin bilişsel düzeylerini belirlemede tercih edilen bir araç olarak kabul edilir (Büyüköztürk, 2013). Ayrıca, öğretmenlerin test geliştirme becerilerini geliştirebilmeleri için rehberlik sağlayacak kaynakların ve geçerlik-güvenirlilik çalışmalarıyla desteklenen programların oluşturulması önemlidir (Dağ ve Karamustafa, 2023).

Bloom'un 1956 yılında oluşturduğu ilk taksonomi, Bilgi, Kavrama, Uygulama, Analiz, Sentez ve Değerlendirme olarak altı basamaktan oluşuyordu ve eğitim hedeflerine yönelik ölçme araçlarının geliştirilmesinde uzun süre kullanıldı. Ancak, bu taksonominin tek boyutlu olması ve sentez düzeyinin değerlendirmeden daha karmaşık olduğuna dair eleştiriler ortaya çıktı. Eğitimdeki değişiklikler, öğretim yöntemlerindeki farklılaşmalar ve gelişim psikolojisinin dikkate alınmasıyla yeni bir taksonomiye ihtiyaç doğdu. Bu bağlamda, Anderson ve arkadaşları 2006 yılında Hatırlama, Anlama, Uygulama, Analiz,

Değerlendirme ve Yaratma olarak altı basamaklı Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ni geliştirdiler. Yenilenmiş Bloom Taksonomisi, sınıflandırma sürecini iki boyutlu hale getirerek bilgi ve eylem hallerini daha net bir şekilde ayırır. Bu durum, bilgi boyutunun dört kategoriye bölünmesiyle, taksonominin daha geniş bir şekilde kullanılmasına olanak tanır. Başarı testi geliştirme sürecinde her iki taksonomi de göz önünde bulunsun da, günümüz eğitim sisteminin gerektirdiği becerileri daha iyi değerlendirmek için Yenilenmiş Bloom Taksonomisi tercih edilmiştir. Bu taksonomi, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olurken, bilgiyi sadece hatırlamakla kalmayıp etkili bir şekilde kullanabilmelerini de ölçer (Akar, Güneş ve Yıldırım, 2023).

Başarı testi geliştirme süreci ile ilgili son yıllarda fen eğitimi alanında birçok çalışma yapılmıştır. Demir ve Akarsu (2014) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, modern fizik konularına yönelik öğrenci kavram düzeylerini belirlemek amacıyla güvenilir ve geçerli bir kavram testi geliştirilmiştir. Ortaöğretim son sınıf ve üniversite birinci sınıf öğrencilerinin işlediği modern fizik konularına dair bilgi seviyelerinin önceden belirlenmesi, testin tasarlanmasında temel amaç olarak tanımlanmıştır. Analiz sonucunda istatistiksel olarak anlamlı olarak belirlenmiştir. Elde edilmiş sonuçlara göre, ortaöğretim son sınıf ve üniversite birinci sınıf öğrencileri arasında anlamlı bir fark bulunduğu gözlemlenmiştir (Demir ve Akarsu, 2014). Diken ve Aydoğdu (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, öğretmen adaylarının duygusal zekâ düzeylerinin, fen bilgisi başarıları, cinsiyetleri ve Fen'e karşı olan tutumları ile olan ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada, "Genetik Başarı Testi", "Duygusal Zekâ Değerlendirme Ölçeği" ve "Fene Karşı Tutum ve Algılama Ölçeği" gibi çeşitli ölçme araçlarından faydalanılmıştır. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının fen başarıları ile duygusal zekâ düzeyleri ve fenle ilgili tutumları arasında anlamlı bir ilişki olmadığını, ayrıca cinsiyete bağlı olarak duygusal zekâ düzeylerinde bir fark bulunmadığını göstermektedir (Diken ve Aydoğdu, 2018).

2.3. Laboratuvar Tekniği

Günümüzde fen eğitimi, bilimsel gelişmelere paralel olarak önem kazanmakta ve çeşitli öğretim teknikleriyle desteklenmektedir. Fen bilimlerinin en belirgin özellikleri arasında deney, gözlem ve keşif yapmaya vurgu yapması, öğrencilerin soru sorma ve araştırma becerilerini geliştirmesi, ayrıca hipotez kurma ve sonuçları yorumlama fırsatı

sunması yer almaktadır. Bu bağlamda laboratuvarlar, bilimsel deneyler ve sorgulamalar için tasarlanarak kritik bir rol oynamaktadır. Laboratuvarlar, öğrencilerin yaşantıları yoluyla bilgi ve beceri kazandığı, soyut kavramların denendiği kontrol edilebilir ortamlardır. Etkili laboratuvar uygulamaları öğrencilerin fen konularına karşı olumlu tutumlar geliştirmesine, problem çözme ve psikomotor becerilerini geliştirmesine yardımcı olmaktadır (Çelik, Köken ve Kana, 2021).

XIX. yüzyılın ortalarından itibaren fen öğretiminin esas bileşenlerinden biri olarak laboratuvarlar kabul edilmeye başlanmıştır. Bu dönemde, deneysel öğrenmenin öneminin fark edilmesiyle birlikte, laboratuvar ortamları fen eğitiminin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Türkiye’de ise laboratuvar uygulamaları 1965’li yıllarda hayata geçirilmiştir (Yazıcı ve Kurt, 2018). Laboratuvarlar, öğrencilere teorik bilgilerini pratiğe dökme imkânı sunarak, onların aktif öğrenme süreçlerine katılmalarını sağlar. Bu ortamlar, sadece bilgiyi öğrenmekle kalmayıp, öğrencilerin deney yapma, gözlem yapma ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine imkân sağlar. Aynı zamanda, öğrencilerin bilimsel süreçleri deneyimleyerek, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme yeteneklerini artırmalarına katkıda bulunur. Bu bağlamda, laboratuvarlar, fen eğitiminin etkinliğini artıran, öğrencilerin performanslarını sergileyebilecekleri ve bilgi ile becerilerini uygulayarak pekiştirebilecekleri en uygun ortamlar olarak görülmektedir. Eğitimdeki bu değişim, öğrencilerin bilimsel düşünme ve araştırma yapma becerilerini güçlendirmeyi hedeflemektedir (Pekbay ve Kaptan, 2014).

Fen eğitiminde laboratuvarın kullanım amacı, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek ve günlük yaşamla bağlantı kurmalarını sağlamaktır. Laboratuvarlar, bilimsel yöntemlerin ve problemleri çözme yeteneklerinin anlaşılmasına yardımcı olurken, teknik ve bilimsel süreç becerilerini de güçlendirir (Karlı Baydere ve Şahin Çakır, 2019). Ayrıca, öğrencilerin analiz yapma ve genelleme yeteneklerini geliştirmeleri için önemli bir ortam sunar. Fen dersine olan ilgi ve motivasyonu artırarak bilgilerin düzenli bir şekilde sunulmasını sağlar. Öğrencilere bilinen teorilerin ve modellerin zamanla değişebileceğini öğretir ve bilimsel araştırmalara yönelik pozitif bir tutum geliştirmelerine katkıda bulunur. Bu yönleriyle laboratuvar, fen eğitiminde kritik bir rol oynamaktadır (Çepni, 2016).

Laboratuvarın avantajları, öğrencilerin fen bilgilerini pratik deneylerle öğrenmelerini sağlayan önemli bir ortam sağlamasıdır. Bu deneyler, soyut kavramları somut hale getirerek kalıcı öğrenmeyi destekler. Öğrencilerin aktif katılımı, bilgiyi kendi deneyimleriyle keşfetmelerine olanak tanır. Deneyle öğretim yöntemi, hem el becerilerini geliştirir hem de öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini artırır. Bu yöntem, birden fazla duyunun aktif kullanımıyla öğrenmeyi kolaylaştırır ve öğrencilerin ilgisini sürekli canlı tutar. Yaparak öğrenme yaklaşımı, geleneksel yöntemlerden daha etkilidir çünkü öğrenciler aktif katılım gösterdiklerinde konuları daha iyi anlar ve kalıcı bilgi edinirler (Telli, Yıldırım, Şensoy ve Yalçın, 2004).

Fen eğitiminde laboratuvar deneyleri, yapılış amacına, şekline ve zamanına göre üç ana başlık altında toplanmaktadır. Yapılış amacına göre deneyler; kapalı uçlu, açık uçlu ve hipotez test etme deneyleri olarak sınıflandırılır. Kapalı uçlu deneyler, önceden belirlenmiş sonuçları doğrulamak için yapılırken, açık uçlu deneyler öğrencilerin bilim insanı gibi araştırma yapmalarını teşvik eder. Hipotez test etme deneyleri ise öğrencilerin kendi kurdukları hipotezleri test etmelerine olanak tanır (Eryılmaz Muştı, Ertaş Kılıç ve Şen, 2018). Yapılış şekline göre deneyler; bireysel, grup ve gösteri deneyleri şeklinde üçe ayrılır. Bireysel deneylerde öğrenciler bağımsız çalışır, grup deneylerinde ise iş birliği yaparak sonuca ulaşmaya çalışırlar. Gösteri deneylerinde öğretmen, öğrencilerin gözlemci olarak katıldığı deneyleri gerçekleştirir. Yapılış zamanına göre deneyler; konu öncesi, konu sırasında ve konu sonrası deneyler olarak gruplandırılır. Konu öncesi deneyler, öğrencinin merakını uyandırmak ve ön bilgilerini açığa çıkarmak için yapılırken konu sırasında yapılan deneyler, öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesine ve kavram yanlışlarının giderilmesine yöneliktir. Konu sonrası deneyler ise, öğrencilerin konuya dair anlama düzeylerini değerlendirmek amacıyla uygulanır. Bu yapı sayesinde fen eğitimi, öğrencilerin aktif katılımını ve anlamalarını artırmayı hedefler (Cansever, 2022).

Laboratuvar tekniği ile ilgili son yıllarda fen eğitimi alanında birçok çalışma yapılmıştır. Çelik, Köken ve Kanat (2021) çalışmasında, fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvarların uygulanabilirliği ile ilgili yaşadıkları sorunları, görüşlerini ve yeterliliklerini incelemiştir. Karma yöntemle yapılan araştırmada, öğretmenlere laboratuvar yeterlik ölçeği ve görüş formu uygulanmıştır. Bulgular, bazı öğretmenlerin laboratuvarı etkin kullandığını ve kadın öğretmenlerin daha yüksek yeterlik düzeyine

sahip olduğunu göstermektedir. Öğretmenler, malzemelerin yeterli olduğunu ancak sınıf mevcudu ve güvenlik sorunları nedeniyle laboratuvar kullanımını azaltmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Araştırma, laboratuvar kullanımını artırmak için motivasyon teşvikleri ve bağımsız ders planlaması gibi önerilerde bulunmuştur (Çelik, Köken ve Kanat, 2021). Pekbay ve Kaptan (2014) tarafından yapılan bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının fen eğitiminde kullanılan laboratuvar yöntemine dair farkındalıklarını artırmaktır. Nitel bir çalışma olan bu araştırma, durum çalışması deseni ile gerçekleştirilmiş ve Eğitim Fakültesi ikinci sınıfında eğitim gören 28 fen bilgisi öğretmeni adayı katılımcı olmuştur. Veriler, yarı yapılandırılmış mülakat formları ve etkinlik kağıtları aracılığıyla toplanmıştır. Öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemine yönelik farkındalıklarını artırmak amacıyla çeşitli etkinlikler yapılmış, süreç boyunca 6 öğretmen adayı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. İçerik analizi yöntemiyle yapılan veri analizi, öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemine dair farkındalıklarının arttığını ve deney çeşitleri hakkında daha fazla bilgi edindiklerini göstermiştir. Çalışma, öğretmen eğitime katkı sağlamak için bazı önerilerde de bulunmuştur (Pekbay ve Kaptan, 2014). Yıldırım ve arkadaşları (2024) çalışmasında, fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına yönelik öz yeterliliklerini belirlemeyi ve geliştirmeyi amaçlamıştır. Araştırma, 100 öğretmenle yapılan anket ve ardından 20 öğretmene verilen 12 saatlik uygulamalı eğitimden oluşmaktadır. İlk aşamada öğretmenlerin öz yeterlilikleri ölçülmüş, ikinci aşamada ise laboratuvar güvenliği, malzeme kullanımı, kriz yönetimi ve ilk yardım konularında eğitim verilmiştir. Sonuçlar, öğretmenlerin laboratuvar kullanımında düşük öz yeterlilik sergilediğini ancak uygulamalı eğitimlerin faydalı olduğunu göstermektedir (Yıldırım ve arkadaşları, 2024). Hofstein ve Lunetta (2004) çalışmasında, laboratuvarların bilim eğitimindeki merkezi rolüne vurgu yaparak, laboratuvar etkinliklerinin öğrenmeye katkı sağladığını belirtmişlerdir. 1982'de yayımladıkları eleştirel incelemenin üzerinden 20 yıl geçtiği ifade edilerek, bu dönemde bilim eğitiminde sorgulama yoluyla öğrenmenin ön plana çıktığı, yeni teknoloji kaynakları ve eğitim standartlarının ortaya çıktığı vurgulanmaktadır. Son 20 yılda yapılan araştırmalar, laboratuvarların nasıl kullanıldığı, öğrencilerin nasıl çalıştığı ve öğretmenlerin bu etkinlikleri öğrenme hedeflerine nasıl destek olabileceği konularında önemli bulgular sunmuştur. Çalışma, çağdaş uygulamalar ve araştırmalar ışığında okul laboratuvarlarının yeniden değerlendirilmesini amaçlamaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2004). Gericke, Högström ve Wallin (2023) çalışmasında, 1996-2019 yılları arasında ortaöğretim bilim eğitimi laboratuvar çalışmalarına dair yapılan 11.771 araştırmadan

39'unu inceleyerek, laboratuvar çalışmalarının etkili kullanımına dair önemli yönleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, öğretmenlerin görüşlerine dayalı talep odaklı bir yaklaşım benimsemiştir. Sonuçlar, laboratuvar çalışmalarını üç ana teorik çerçevede yapılandırmıştır: (1) Öğrencilerin bilimsel öğrenmelerini geliştirmek, (2) Bilimsel uygulamaları öğretmek, (3) Sorgulama düzeyleriyle bu amaçları kolaylaştırmak. Çalışma, bulguları önceki araştırmalarla karşılaştırarak gelecekteki araştırmalara yönelik önerilerde bulunmaktadır (Gericke, Högstöm ve Wallin, 2023).

2.4. Bilgisayar Destekli Eğitim

Günümüz dünyasında ülkeler, hızla ilerleyen bilim ve teknolojiyi takip edebilmek için eğitim sistemlerini yenilemeye büyük önem veriyor. Eğitimdeki bu yeniliklerin en önemli unsurlarından biri, aktif öğrenme yöntemleridir. Bu yöntemler, öğrencilerin bilgiyi sorgulayan, araştıran ve soyut düşünme becerisine sahip bireyler olarak yetiştirmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Eğitimde sadece bilgi edinmenin yeterli olmadığı, bu bilginin günlük hayatta anlamlandırılması ve uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır. Aktif öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrencilerin öğrenmeye olan hevesini artırmak için gereksinimlerine odaklanmayı gerektirir. Böylece öğrenciler, öğrendikleri bilgileri yorumlayabilir, eleştirebilir ve bu bilgileri gerçek yaşamda uygulayabilirler. Ülkeler, eğitim programlarında aktif öğrenme yöntemlerine yer vererek bu tür bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Özellikle fen bilimleri dersleri, bu yöntemlerin en etkili kullanıldığı alanlardan biridir. Bilgisayar destekli öğretim de eğitimde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntem, öğretim materyallerinin bilgisayar aracılığıyla sunulmasını ve öğrencilerin derse aktif katılımını sağlamaktadır. Bilgisayarlar, öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerini ve öğretmenlerin çeşitli materyaller hazırlamasını kolaylaştırarak eğitim süreçlerini zenginleştirmektedir. Ayrıca, eğitimdeki öğrenci sayısının artması ve karmaşık konuların anlaşılmasının zorlaşması, bilgisayar teknolojilerinin eğitimdeki rolünü daha da artırmıştır. Eğitimde etkin bireyler yetiştirmek için aktif öğrenme ve teknoloji kullanımı, hem eğitimciler hem de öğrenciler açısından vazgeçilmez unsurlar haline gelmiştir. Bu değişimler, gelecekte daha donanımlı ve yaratıcı nesillerin yetişmesine katkı sağlayacaktır (Pak, Çevik ve Kaya, 2023).

Bilgisayar destekli öğretim, eğitimde bilgisayar teknolojisinin entegrasyonunu sağlayarak, öğretmenler ve çeşitli öğrenme ortamları ile iş birliği içinde gerçekleşen bir öğretim yöntemidir. Bu yaklaşım, eğitim sürecinde bilgisayarın sunduğu fırsatları en etkili şekilde değerlendirmeyi hedefler. Bilgisayar destekli öğretimin temel amacı, çeşitli öğretim ortamlarının potansiyellerinden yararlanarak öğrenmeyi daha etkili hale getirmektir. Bu süreçte dikkate alınması gereken birçok faktör bulunmaktadır (Çalışkan, 2000). Öğrenci motivasyonu, öğrenme sürecinin en önemli bileşenlerinden biridir. Motivasyon yüksek olduğunda, öğrencilerin derse katılımı ve öğrenme istekleri artar. Ayrıca, yenilikçilik ve etkileşim düzeyi, öğrencilerin bilgisayar destekli ortamlardaki deneyimlerini doğrudan etkiler. Öğrencilerin bireysel öğrenme farklılıklarına saygı gösterilmesi, öğretim sürecinin kişiselleştirilmesine yardımcı olur ve her öğrencinin kendi hızında öğrenmesini sağlar. Öğretmenin rolü de bu bağlamda kritik öneme sahiptir. Öğretmenler, öğrencilere rehberlik ederken aynı zamanda teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmelidir. Bilgisayar destekli öğretim ortamında kullanılan yazılımların türü, kapsamı ve kalitesi de öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici bir etkidir. İyi tasarlanmış ders yazılımları, öğrencilere bilgi sunmanın yanı sıra etkileşimli öğrenme fırsatları da sunarak onların derse olan ilgisini artırır. Bu tür eğitim ortamları, görsel-işitsel unsurların etkin bir şekilde kullanılabildiği alanlardır. Zenginleştirilmiş etkinliklerle öğrencilerin farklı duyu organlarına hitap edilmesi, öğrenmeyi pekiştirir ve başarıyı artırır. Özellikle simülasyon programları, öğrencilerin teorik bilgilerini uygulamaya dönüştürmelerine olanak tanır. Bu tür programlar, öğrencilerin yeni öğrendikleri kavramları deneyimlemelerine yardımcı olurken, sanal senaryolar aracılığıyla pratik yapma fırsatı sunar (Aydin, 2018).

2.4.1. Bilgi ve İletişim Teknolojisi(BİT)

Dijital çağın etkisiyle bilgi iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, eğitimde teknoloji odaklı öğretimi zorunlu hale getirmiştir. BİT, bilgiyi işlemek için dijital araçlar ve iletişim ağlarını kullanma yeteneklerini gerektirir. Öğretmenler için BİT yeterliliği, teknolojiyi öğretim süreçlerinde etkili bir şekilde kullanabilmek adına gerekli bilgi ve becerileri içerir. Bu yeterlilikler arasında temel teknoloji bilgisi, çeşitli bilgisayar uygulamalarını kullanabilme ve dijital ortamda etkili iletişim kurma yer alır. Eğitimde teknoloji entegrasyonu, öğretmenlerin BİT'i derslere dahil ederek öğrencilere dijital liderlik yapmalarını sağlar. Dolayısıyla, öğretmen adaylarının bu yeterlilikleri eğitim

fakültelerinde edinmesi, gelecekte teknolojik becerilerini daha etkili kullanmalarına olanak tanır (Korukluoğlu ve Şen, 2024).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin günlük yaşamda yaygın olarak kullanılması, bireylerin bu teknolojileri etkili bir şekilde kullanabilme becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu teknolojiler, sorun çözme ve sosyal etkileşimde önemli bir rol oynamaktadır. Eğitim kurumları, bireylerin bu becerileri kazanmalarında kritik bir öneme sahiptir; çünkü öğrenciler, eğitim süreçleri boyunca bu kurumlarla uzun bir etkileşim içinde bulunurlar. Bu nedenle, eğitim kurumları, öğrencilere bilgi toplumunun gerektirdiği teknolojik yeterlilikleri kazandırmakla yükümlüdür. BİT'in öğretim süreçlerine entegrasyonu, öğrenci başarısını artırmakta, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmekte ve eğitimde kalite ile fırsat eşitliğini sağlamaktadır. Ayrıca, geleneksel öğretim yöntemlerini daha etkili hale getirir, öğrenmenin kalıcılığını artırır ve öğrencilerin bireysel farklılıklarına uygun öğretim imkânları sunar. Bu entegrasyon, öğrencilerin derse katılımını artırarak motivasyonlarını yükseltir, öğretimi bireylerin seviyesine göre planlamayı kolaylaştırır ve problem çözme ile yaratıcılığı geliştirir. Sonuç olarak, BİT, eğitim süreçlerine zengin içerik sunarak bilimsel okuryazarlık becerilerini de destekler (Aydoğmuş ve Karadağ, 2020).

2.4.2. Bilgisayar Destekli Fen Eğitiminde Simülasyon

Fen eğitimi, günlük yaşamla bağlantılı bilimsel gerçekleri ve olayları içerir, bu nedenle öğrenciler için bu konular üzerinden deneyim kazandırmak önemlidir. Bilgisayar destekli eğitim, özellikle fen derslerinde büyük avantajlar sunar. Fen eğitimi derslerinde birçok bilimsel kavram bulunduğundan, bilgisayar yazılımları bu kavramları öğretirken uygun öğretim teknikleriyle görsel materyaller sunabilir. Fen eğitimi genellikle deney, gösteri ve demonstrasyon yöntemleriyle gerçekleştirilir. Ancak sınıf ortamı her zaman bu etkinlikler için elverişli olmayabilir. Kalabalık sınıflar, tüm öğrencilerin deneyime katılmasını zorlaştırır ve deney malzemelerinin maliyetleri ile güvenlik sorunları öğrencilerin motivasyonunu olumsuz etkileyebilir. Bu tür engeller, bilgisayar animasyonları, sanal ortamlar ve simülasyon laboratuvarları gibi araçların önemini artırır. Bu araçlar sayesinde öğrenciler deneyleri kendi başlarına yapabilir veya izleyerek öğrenebilir, böylece bilgiyi anlamlandırma şansı bulurlar. Simülasyon laboratuvarları, gerçek laboratuvarlardaki mekanik ve donanım sorunlarını ortadan kaldırarak öğrenme

sürecini destekler. Öğrenciler, simülasyon programları sayesinde laboratuvar eksikliklerinden kaynaklanan sorunlarla karşılaşmaz ve potansiyel risklerden kaçınmış olurlar. Araştırmalar, bilgisayar destekli öğretim sistemlerinin fen eğitiminde öğrencilerin ilgisini artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Böylece, bilgisayar destekli fen eğitimi, öğrenme-öğretme süreçlerini daha etkili hale getirerek öğrencilerin başarılı bir şekilde bilgi edinmelerini sağlar.

Teknolojinin hızlı gelişimi, fen eğitiminde önemli değişiklikler yaratmaktadır. Görsel kültürün ön planda olduğu bu dönemde, eğitimde görsel sunumların önemi artmakta ve bilgisayar kullanımı sınıflarda yaygınlaşmaktadır (Irmak ve Demirci Güler, 2018). Yazılım tasarımcıları, yüksek kaliteli grafikler ve etkileşimli özellikler sunan eğitim programları geliştirirken, simülasyonlar da eğitimde önemli bir yer edinmiştir. Bu bilgisayar simülasyonları, olayların veya nesnelerin bilgisayar ortamında taklit edilmesini sağlayarak öğrencilere etkili bir öğrenim deneyimi sunar (Minaslı, 2009) Simülasyonlar, gerçek hayattaki olayların küçük ölçekli modelleridir ve özellikle fen bilimleri derslerinde karmaşık kavramların yanı sıra tehlikeli deneylerin güvenli bir ortamda öğretilmesine olanak tanır. Günümüzde simülasyonlar, öğretmenler ve öğrenciler için vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir; çünkü gerçek deneylerin her zaman yapılması mümkün değildir (Dağdalan ve Taş, 2017).

Fen bilimleri derslerinde simülasyonların yaygın kullanımı, öğrencilerin temel bilgilere odaklanarak anlamlı öğrenme fırsatları sunmasını sağlar. Etkileşimli simülasyonlar aracılığıyla öğrenciler, aktif bir öğrenme sürecine katılır ve anında geri bildirim alarak hatalarını düzeltebilirler. Bu süreç, öğrenme deneyimlerini zenginleştirir ve öğrencilerin karşılaşılabilecekleri tehlikeli veya karmaşık durumları risk almadan deneyimleme fırsatı sunar. Laboratuvar ekipmanının yetersiz olduğu okullarda, zaman kısıtlamaları ve öğretmenlerin konuya olan hakimiyetinin yetersizliği gibi faktörler, simülasyonların geliştirilmesini zorunlu kılar. Bu yazılımlar, öğrencilerin deneylerde parametreleri değiştirerek etkileşimli öğrenim deneyimleri yaşamalarına olanak tanır. Ayrıca, maliyetli ve riskli laboratuvar deneyleri yerine ekonomik ve güvenli bir alternatif sunarak eğitimde verimliliği artırır (Ünal ve Şeker, 2020).

Simülasyonlar, maliyetli, tehlikeli veya imkânsız deneylerin gerçekleştirilmesine olanak tanırken, kavramsal gelişimi destekler. Öğrencilere açık uçlu deneyimler sunarak bilimsel sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur.

Etkileşimli öğrenme ortamları sağlayarak geleneksel yöntemlerden daha etkili hale gelirler. Öğrenciler, simülasyonlar sayesinde bilgiyi istedikleri zaman gözden geçirebilir ve öğrenme hızlarını kendilerine göre ayarlayabilirler. Simülasyonlar, karmaşık konuları sadeleştirerek öğrenmeyi kolaylaştırır ve öğrencileri hedeflenen kazanımlara ulaştırmayı amaçlar. Aynı zamanda, deney sırasında teoriyi anlamayı kolaylaştırarak, ekipman tanıma, ölçme ve veri değerlendirme gibi taleplerin üzerlerinde yarattığı aşırı yükü azaltır. Bu sayede, öğrencilerin deneyin içeriğini kavramaları daha mümkün hale gelir (Minaslı, 2009).

Nitekim simülasyonlar öğrenciler arasındaki iletişimi geliştirir, zamanın etkin kullanımını sağlar ve kavram yanlışlarını gidererek problem çözme ve yaratıcılık becerilerini artırır. Hem öğrenciler hem de öğretmenler, ortak bir görüntü üzerinde yoğunlaşarak öğrenme süreçlerine katkıda bulunurlar. Fen eğitiminde simülasyonların kullanımı, özellikle tehlikeli veya imkânsız deneylerde önemli bir alternatif sunar. Bu nedenle, simülasyonlar ilave materyal olarak kullanılabildiği gibi, bu tür deneylerin gerçekleştirilemediği durumlarda tek yöntem haline gelir.

Simülasyonlarla çalışan öğrenciler, laboratuvar ekipmanları yerine bu araçları kullanmaya daha yatkın olup, daha uzun süre dikkatle çalışmaktadır. Özellikle, simülasyonlar öğrencilerin fen konularını günlük yaşamlarıyla ilişkilendirmelerini kolaylaştırarak, öğrenmeyi daha anlaşılır hale getirir (Dağdalan ve Taş, 2017).

Tehlikeli veya maliyetli deneylerin simülasyonlar aracılığıyla tekrarlanabilir olması, öğrencilerin bilimsel süreçlerin dinamiklerini anlamalarını destekler. Olayların hızlandırılması veya yavaşlatılması gibi özellikleri sayesinde soyut kavramların somutlaşmasına yardımcı olur. Bu yönleriyle simülasyonlar, fen eğitiminde güvenli ve etkili bir alternatif sunarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirir (Şimsek, 2014).

2.4.3. Bilgisayar Destekli (Simülasyon) Fen Eğitimi ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Bozkurt (2008), yaptığı çalışmada fizik öğretiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci başarısı üzerindeki etkilerini, geleneksel laboratuvar yöntemleriyle karşılaştırarak incelemeyi amaçlamaktadır. 2006-2007 öğretim yılı bahar döneminde "Elektirik ve Manyetizma" dersi alan 115 öğrenci ile yapılmıştır. Bu çalışmada, "Alternatif Akım Devreleri ve Seri RLC Devresinde Rezonans" konu başlıkları için sanal laboratuvar ortamı oluşturulmuştur. Bu ortamda Java tabanlı simülasyonlar kullanılmıştır. Üç farklı grup oluşturulmuştur: sanal ve geleneksel laboratuvarı birlikte kullanan grup, yalnızca sanal laboratuvar uygulaması yapan grup ve geleneksel laboratuvar yöntemini kullanan grup. Başarı testi, öğrencilerin bilgi, kavrama ve uygulama düzeylerini ölçmek için öncesi ve sonrası olarak yapılmıştır. Elde edilen verileri SPSS programı ile analiz edilip incelenmiştir. Öğrencilerin laboratuvar uygulaması hakkındaki görüşleri sözlü ve yazılı olarak toplanmış, ayrıca öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarındaki değişiklikler anket ve mülakatlarla belirlenmiştir. Sonuçlar, sanal laboratuvar uygulamalarının geleneksel laboratuvara kıyasla daha yüksek başarı sağladığını göstermiştir (Bozkurt, 2008).

Emrahoğlu ve Bülbül(2010), yaptığı araştırmada, 9. sınıf fizik dersinde "optik" ünitesinde animasyonlar ve simülasyonların bilgisayar destekli öğretim yöntemleri olarak akademik başarı ve kalıcılığa etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Adana'nın Sarıçam ilçesindeki bir okulda 79 öğrenci ile yapılan araştırmada, yaklaşık 10 saatlik bir eğitim süreci boyunca öğrencilerin başarıları ölçülmüştür. Araştırma, iki deney grubu ve bir kontrol grubundan oluşmuştur. Sonuçlara göre, animasyonlar ve simülasyonlar, öğrencilerin akademik başarılarını ve bilgilerin kalıcılığını olumlu şekilde etkilemiştir. Ancak, öğrencilerin bilgilerin kalıcılığı bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (Emrahoğlu ve Bülbül, 2010).

Ekici (2015), fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvarlara yönelik görüşlerini ve bu yöntemi kullanma düzeylerini inceleyen bir araştırma yapmıştır. Araştırma kapsamında, 36 maddelik bir "Sanal Laboratuvar Görüş Ölçeği" geliştirilmiş ve 53 fen grubu öğretmeni ile yapılan saha çalışmasıyla veriler toplanmıştır. Sonuçlar, sanal laboratuvarların geleneksel laboratuvarlar kadar etkili olduğunu, birçok avantaj

sunduğunu ve fen öğretiminde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Ekici, 2015).

Günlü (2019), fen bilgisi öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen eğitimi üzerindeki uygulanabilirliğini incelediği yüksek lisans tezinde, nitel bir araştırma yöntemi olarak bütüncül çoklu durum desenini kullanmıştır. Araştırma, 10 fen bilimleri öğretmeniyle yapılmış olup, veri toplama teknikleri arasında yapılandırılmış görüşme formları, etkinlik formları ve sanal laboratuvar için değerlendirme formları yer almıştır. Veriler içerik değerlendirmesi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin sanal laboratuvar kullanımının bazı olumsuz yönlerini dile getirdiğini, ancak aynı zamanda fen öğrenimine sağladığı birçok faydayı da vurguladıklarını ortaya koymuştur. Özellikle öğrencilerin teknolojiye olan ilgisi göz önünde bulundurulduğunda, sanal laboratuvarların derslerde öğrenme kalıcılığını ve başarıyı artırabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, öğretmenlerin sanal laboratuvar kullanımına dair genel olarak pozitif görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir (Günlü, 2019).

Rohim (2020), teknolojik ilerlemelerin eğitim sistemine etkisiyle sanal laboratuvarların eğitimde giderek daha fazla kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışma, sanal laboratuvarların, özellikle fen eğitiminde, teorik ve pratik bilgileri birleştirerek öğrencilere faydalar sağladığını ortaya koymuştur. Jambi bölgesinde yapılan kütüphane araştırması ile sanal laboratuvarların ihtiyaç analizi yapılmış ve bu laboratuvarların eğitimdeki eksiklikleri tartışılmıştır. Sonuçlar, sanal laboratuvarların öğrencilere deneyleri tekrar yapma fırsatı tanıdığı, ders zamanını verimli kullandığı ve öğrencilere bilimsel kavramları daha iyi anlamaları için simülasyonlar sunduğu gibi avantajları olduğunu göstermektedir. Ancak, sanal laboratuvarların öğrencilere duyuşal deneyim sağlama konusunda bazı sınırlamaları olduğu da belirtilmiştir. Çalışma, sanal laboratuvarların eğitimdeki rolünü güçlendirmek ve fen eğitimi için destekleyici bir araç olarak kullanılmasını önermektedir (Rohim, 2020).

Cansever (2022), bu araştırmasında, 2010-2021 yılları arasında yapılan çalışmaları inceleyerek, fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları, akademik başarıları ve bilimsel süreç becerilerindeki etkilerini meta-analiz yöntemiyle değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 31 araştırma ile akademik başarı, 21 araştırma ile tutum ve 10 araştırma ile bilimsel süreç becerilerinin etkisini değerlendirerek genel etki büyüklüklerini hesaplamıştır. Sonuçlar, laboratuvar

destekli öğretimin akademik başarı üzerinde "geniş düzeyde" (etki büyüklüğü 1,239), fen dersine yönelik tutum üzerinde ise "orta düzeyde" (etki büyüklüğü 0,683) bir etki sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, bilimsel süreç becerileri üzerinde de "geniş düzeyde" (etki büyüklüğü 1,059) bir etki gözlemlenmiştir. Çalışma, laboratuvar destekli öğrenimin öğrencilerin pozitif yönde etkilediğini ve etki büyüklüklerini konu alanı, sınıf düzeyi ve coğrafi bölge gibi moderatör değişkenlerle karşılaştırmalı olarak incelemiştir (Cansever, 2022).

Akçay (2019) çalışmasında, laboratuvar destekli ve bilgisayar destekli öğretim yöntemlerinin 5. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersine yönelik başarı ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Bu araştırma, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Muş ilinde, rastgele seçilen 74 öğrenci ile yapılmış ve yarı deneysel kontrol gruplu bir ön test-son test tasarımı kullanılmıştır. Deney grubundaki 39 öğrenciye "elektrik" ünitesi bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile kontrol grubunda bulunan 35 öğrenciye ise aynı ünite laboratuvar destekli öğretim yöntemiyle 2 hafta boyunca öğretilmiştir. Araştırma bulguları, her iki öğretim yönteminin de öğrencilerin başarılarını anlamlı şekilde artırdığını, ancak aralarında başarı düzeyinde belirgin bir fark bulunmadığını göstermiştir. Diğer taraftan, bilgisayar destekli öğretim yönteminin, laboratuvar destekli öğretime göre öğrencilerin fen dersine ilişkin tutumlarını daha olumlu bir şekilde geliştirdiği gözlemlenmiştir (Akçay, 2019).

Erdoğan (2022) çalışmasında, geometrik optik konusundaki öğretimin, yapılandırmacı düşünce ve simülasyonlarla desteklenen sanal laboratuvar uygulamaları ile geleneksel laboratuvar yöntemlerinin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Bu çalışmada öğrencilerin akademik başarıları, fiziğe karşı tutumu ve kavramsal anlamaları üzerinde her iki öğretim yönteminin etkisi incelenmiştir. 2013-2014 eğitim yılında, aynı sınıftan iki farklı şube ile gerçekleştirilen araştırma, 59 öğrenciyle yapılmıştır. Deney grubundaki 29 öğrenci, simülasyonlarla desteklenen sanal laboratuvarda eğitim alırken, kontrol grubunda bulunan 30 öğrenci geleneksel laboratuvar ortamı ile eğitim almıştır. Başarı ve tutum verileri, "Geometrik Optik Başarı Testi" ve "Fizik Tutum Ölçeği" kullanılarak toplanmış ve t-testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, grupların fizik başarısında anlamlı bir etki gösterdiğini, ancak sanal laboratuvar ortamındaki deney grubunun başarısının geleneksel laboratuvar ortamındaki kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha anlamlı olduğunu sonucuna varılmıştır. Her iki grupta da fiziğe karşı tutumlar artmış olsa da grupların arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Sonuç olarak, simülasyonlarla desteklenen

sanal laboratuvar ortamının fizik başarısını olumlu yönde etkilediği, ancak fiziğe karşı tutumda belirgin bir fark yaratmadığı belirlenmiştir (Erdoğan, 2022).

2.5. Fen Laboratuvarına Yönelik Tutum

Teknolojilerin bilimsel gelişmelerle her geçen gün büyüyen bir şekilde günlük hayata entegre olduğu ve insanları bu teknolojileri kullanmaya zorladığı bir gerçektir. Fen bilimleri eğitimi gören öğrencilerin, çevreleriyle aktif bir şekilde etkileşime giren, anlamlı sorular sorabilen, gözlem ve deneylerle veri toplayıp analiz edebilen, bilgilerini yazılı ve sözlü olarak başkalarına iletebilen, sorumluluk sahibi ve bilgili bireyler olarak gelişmesi, fakat onların "fen alanında okur-yazar" olmalarıyla mümkün olabilir. Bu tür bireylerin, fen eğitimine ilgi duymaları ve olumlu tutumlar geliştirmeleri gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, tutum kavramının tanımına bakmak önemlidir. Tutum, öğretim süreçlerinde bilgi ve yetenekten farklı olarak hem öğrenmenin belirleyicisi hem de sonucu olarak kabul edilebilir ve öğrenme ve öğretme sürecince öğrencilerin fen başarılarını etkileyen duyuşsal faktörlerden biridir. Fen eğitimine yönelik tutum ise farklı araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Fen bilimlerine yönelik tutum, bireyin fenle ilgili duyuşsal tepkilerini, inançlarını ve geçmiş deneyimlerini içerir. Bu tutumlar, öğrencilerin fen dersini seçme, bilimsel konularda bilgi edinme veya fenle ilgili hobi edinme gibi kararları almalarında etkili olur. Tutumun bilişsel ve duygusal boyutları, öğrencilerin davranışlarını, öğrenme süreçlerini ve bilişsel stratejilerini etkiler. Bu nedenle, tutumun fen kavramlarını anlamada önemli bir rol oynayan düşünme yeteneği, ön bilgi, fiziksel ortam, ihtiyaçlar ve öğretim yaklaşımları gibi faktörlerle birlikte değerlendirildiği belirtilmektedir (Çakır, Şenler ve Taşkın, 2007).

Bir öğrencinin bir derse veya konuya yönelik tutumu, o dersteki başarısını önemli ölçüde etkileyebilir. Yapılan araştırmalar, tutumların öğrenme süreçleriyle doğrudan ilişkili olduğunu ve öğrencilerin başarısını şekillendirdiğini göstermektedir. Öğrenciler dersten ne kadar keyif alırlarsa, o derste öğrendikleri bilgiyi anlamaları ve günlük hayatta kullanmaları da o kadar pratik olur, bu da pozitif bir tutum geliştirmeyi teşvik eder (Uyanık, 2017). Laboratuvar çalışmaları da bu bağlamda önemlidir; çünkü öğrencilerin laboratuvar faaliyetlerine yönelik tutumları, dersin işleyişini ve başarıyı doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, öğrencilerin laboratuvar becerilerine yönelik tutumlarını

belirlemek ve olumlu tutumlar geliştirmelerini sağlamak, eğitim sürecinin başarısı için önemli bir adım olarak görülmektedir (Alkan ve Erdem, 2012).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, öğrencilerin bir derse veya konuya yönelik tutumlarının başarılarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Tutumun öğrenme süreçleriyle ilişkisi, birçok farklı faktörle şekillenir ve bu faktörler öğrencinin dersteki başarısını doğrudan etkiler. Bu faktörler arasında özgüven, ailevi ekonomik durum, eğitim yerinin fiziksel koşulları, cinsiyet, yaş, öğretmenin tutumu ve kullandığı öğretim yöntemleri yer alır. Özellikle başarı motivasyonu, öğretmen tutumu ve kullanılan öğretim teknikleri en belirleyici unsurlardır. Başarı motivasyonu az olan öğrencilerin ders başarısı ve tutumlarının da düşük olduğu birçok çalışma tarafından belirlenmiştir. Öğrencinin dersten aldığı zevk, öğrenme ve bilgileri günlük hayatta kullanma süreçlerini kolaylaştırarak olumlu bir tutum geliştirmede önemli bir rol oynar (Çakır, Şenler ve Taşkın, 2007).

Fen eğitiminde tutum ile ilgili son yıllarda birçok çalışma yapılmıştır. Yıldız ve arkadaşları (2015) yaptığı çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin fen deneylerine yönelik tutumlarını ve çeşitli faktörlerin bu tutumlar üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Fen öğretiminin en temel öğrenme yöntemlerinden biri olan deneylerin etkili olabilmesi için öğretmenlerin bilgi, tutum ve becerilerinin önemli olduğu belirtilmiştir. Araştırma, İzmir'deki ilköğretim okullarında çalışan 97 fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirilmiş ve öğretmenlerin fen deneylerine yönelik tutumlarını belirleyebilmek için "Fen Deneylerine Yönelik Tutum Ölçeği" uygulanmıştır. Sonuçlar, öğretmenlerin tutumlarında fen laboratuvarlarının varlığı, cinsiyet, mesleki deneyim, laboratuvar donanımının yeterliliği ve deney yapma sıklığı gibi faktörlere bağlı olarak anlamlı farklar bulunduğunu göstermektedir (Yıldız, Aydoğdu, Akpınar ve Ergin, 2015). Taşlıdere ve Korur (2012) çalışmasında, Fen ve Teknoloji Öğretmenliği programındaki öğrencilerin fizik laboratuvarına ilişkin tutumlarını belirlemeyi ve bu tutumların yaş, cinsiyet ve sınıf gibi faktörlere göre anlamlı bir fark gösterip göstermediğini incelemeyi amaçlamıştır. 2009-2010 eğitim öğretim yılının bahar döneminde 241 öğrenciyle yapılan araştırmada, fizik laboratuvarına yönelik tutumlar, ilgili literatürden alınan bir ölçekle ölçülmüştür. Elde edilen verilerle, adayların tutumları değerlendirilmiş ve farklı demografik faktörlerin bu tutumlar üzerindeki etkisi t-testi ve ANOVA ile test edilmiştir. Sonuçlar, öğretmen adaylarının genel olarak fizik laboratuvarına olumlu tutumlar sergilediğini göstermiştir. Ayrıca, kız öğrencilerin fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının daha etkili olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı,

sınıf düzeyi ve yaşın ise tutumlar üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur (Taşlıdere ve Korur, 2012). Sert ıbık ve diğerleri (2016), çalışmasında, proje tabanlı ğretim yönteminin fen bilgisi öğrenimi göre ğretmen adaylarının fiziğe ilişkin yeterlik, tutum ve başarı üzerindeki etkilerini incelemiş ve öğrencilerin bu yönteme dair görüşlerini toplamıştır. 2013-2014 eğitim yılı bahar döneminde yapılan çalışmada, birinci sınıfta yer alan 43 ğrenci ile proje tabanlı ğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, proje tabanlı öğretimin öğrencilerin öz-yeterlik düzeylerine etkisi olmadığını, ancak tutum ve başarılarını artırdığını göstermiştir. Yapılan analizler, uygulamanın başarıya ve tutuma orta düzeyde etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenciler, proje tabanlı ğretim yönteminin faydalı olduğunu, derslere bakış aıllarını olumlu yönde değiştirdiğini ve bu yöntemi önerdiklerini belirtmişlerdir (Sert ıbık, İnce Aka ve Kayacan, 2016).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırma modeli, evren ve örneklem, veri toplama teknikleri, verilerin analizi, gerçek laboratuvar uygulaması ve simülasyon tekniğine dayalı laboratuvar uygulamasında kullanılan simülasyonlar ile uygulamanın nasıl gerçekleştirildiği ile ilgili ayrıntılı bilgiler sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada yarı deneysel model kullanılmıştır. Akademik başarı, fizik laboratuvarına tutum, bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliği, ön test-son test, kalıcılık testi ve deney-kontrol gruplarıyla yapılan deneysel bir tasarım modeli kullanılarak incelenmiştir. Bu araştırmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü Fizik-III dersi kapsamında Optik konularında yönelik olarak hazırlanmış kapalı uçlu laboratuvar tekniği sonrası simülasyon destekli laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarısına, fizik laboratuvarına yönelik tutumlarına ve bilgi iletişim teknolojileri yeterliliklerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır.

Çalışma grubu, Fizik-III dersi alan öğretmen adaylarından rastgele seçilmiş kontrol ve deney grubu olacak şekilde belirlenmiştir. Araştırma öncesinde kontrol ve deney gruplarına ön test uygulanmıştır. Kontrol grubuna sadece kapalı uçlu laboratuvar uygulanmış, deney grubuna ise kapalı uçlu laboratuvardan sonra simülasyon destekli laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Uygulama aşamasında kapalı uçlu deney tekniğine yönelik hazırlanan optik konuları 4 hafta boyunca kontrol ve deney gruplarına uygulanmıştır. Deney grubuna uygulama yapılırken her hafta konuyla ilişkili simülasyon destekli etkinlikler de yürütülmüştür (Tablo 5).

Tablo 1
Araştırma Deseni

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test	Kalıcılık Testi
Kontrol Grubu	Başarı Testi	Kapalı Uçlu Laboratuvar	Başarı Testi	Başarı Testi
	Tutum Ölçeği		Tutum Ölçeği	Tutum Ölçeği
	BİT Yeterliliği		BİT yeterliliği	BİT yeterliliği
Deney Grubu	Başarı Testi	Kapalı Uçlu Laboratuvar	Başarı Testi	Başarı Testi
	Tutum Ölçeği	Simülasyon	Tutum Ölçeği	Tutum Ölçeği
	BİT Yeterliliği		BİT Yeterliliği	BİT yeterliliği

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, devlet üniversitesinde eğitim gören Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 53(kız 40, erkek 13) öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırma, 2022-2023 eğitim öğretim yılı güz döneminde Fizik-III dersinde uygulanmış ve tüm öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılım sağlayan öğretmen adayları, numara sırasına göre ayrılarak deney ve kontrol gruplarına yerleştirilmiştir. Araştırmanın kontrol grubunda toplam 27 öğretmen adayı yer alırken, deney grubunda ise 26 öğretmen adayı bulunmaktadır.

Araştırmanın yapıldığı üniversite, fizik deneylerinin gerçekleştirilebileceği bir fizik laboratuvarına ve bir bilişim laboratuvarına sahiptir. Üniversitenin bilişim laboratuvarında bulunan bilgisayarlara, "Optik" konusuyla ilgili uygun simülasyonlar yüklenmiş ve bu simülasyonlar test edilerek simülasyon laboratuvarı ortamı oluşturulmuştur.

3.3. Veri Toplama Teknikleri

Araştırmada, öğretmen adaylarının akademik başarılarını belirleyebilmek için "Optik Başarı Testi", fizik laboratuvarına yönelik tutumlarını belirleyebilmek için "Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği" ve bilgi iletişim teknolojileri yeterliliklerini değerlendirmek için "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği" kullanılmıştır.

3.3.1. Başarı Testi

Fizik-III dersini alan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Optik konusundaki akademik başarılarını değerlendirmek amacı ile araştırmacı tarafından “Optik Başarı Testi” (EK-3) geliştirilmiştir. Testin maddeleri, Fizik-III dersindeki Optik konusu kapsamında yer alan tüm içerikleri kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Optik konusu kapsamında yer alan konular ve konulara ilişkin soru maddeleri Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 2

Optik başarı testinde yer alan konular ve soru maddeleri

Konular	Soru maddeleri
Yansıma	2
Işığın Yapısı	9,11,12
Kırılma	1,3,17,20
Işığın renklere ayrılması	13,14
Aynalar	4,6,7,15,16
Mercekler	5,8,18,19
Girişim	9,11,
Kırınım	9,10,11

Başarı testinin kapsadığı konular ve soru maddeleri Tablo 2’de belirtildiği şekildedir. Her konunun değerlendirilmesine yönelik birden fazla soru maddesi yazılmıştır. Başarı testinde yer alacak sorular belirlenirken ilgili literatür, fizik kitapları ve soru bankaları soruları incelenmiştir. Yenilenmiş Bloom Taksonomisine göre hazırlanan belirtke tablosu da (EK-2) sorulara göre belirlenmiştir.

OBT, Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı 2. sınıf güz dönemi müfredatında yer alan Fizik III dersini almış olan 2., 3. ve 4. sınıf 72 öğrenciye uygulanmıştır Madde analizi TAP (Test Analysis Programme) programı ile yapılmıştır. Testin yapı geçerliğine ilişkin olarak madde güçlük indeksi, madde ayırt edicilik indeksi ve madde toplam korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Testin güvenirliğine ilişkin olarak da KR-20 iç tutarlılık katsayısı belirlenmiştir.

Test geliştirmede, madde ayırt edicilik indeksi ile madde güçlük indeksi dikkate alınan iki ölçüttür. Turgut ve Baykul (2010)'a göre, madde ayırt edicilik indeksi 0.19 ve altında bir değer ise, o maddenin testten çıkarılması gerektiği; 0.20 ile 0.29 değerleri arasında ise maddenin düzeltilmesi gerektiği; 0.30 ile 0.39 değerleri arasında ise maddenin ayırt edicilik düzeyinin iyi olduğu ve 0.40 ve üzeri bir değer ise o maddenin bilenle bilmeyeni çok iyi ayırt ettiği söylenebilir. Başarı testlerinde bulunan maddelerin doğru cevaplanma yüzdesini gösteren değer madde güçlük indeksidir. 0 ve 1 arasında değer alır. Madde güçlük indeksinin 0'a doğru yaklaşması maddenin zor olduğunu, 1'e doğru yaklaşması maddenin kolay olduğunu ve 0.50 değerinde olması da ilgili maddenin orta güçlükte olduğunu belirtmektedir (Tekin, 2011). Literatür incelendiğinde başarı testleri için madde güçlük indeksi değerinin 0.20 ile 0.80 arasında olması gerektiği vurgulanmıştır (Tekin, 2011; Turgut ve Baykul, 2010).

OBT'de yer alan soru maddeleri sayısı ile pilot uygulama katılımcı sayısı, testten alınan minimum ve maksimum puanlar, testin ortalaması, standart sapma değeri, ortalama güçlük ve ayırt edicilik değerleri, çarpıklık basıklık katsayıları ile güvenilirlik için hesaplanan KR-20 değeri gözlenmiştir. Çoktan seçmeli testlerde bulunduğu gibi doğru cevabın 1 yanlış cevabın 0 olarak puanlandığı ölçme araçları, güvenilirlik katsayısı olarak KR-20 kullanılmaktadır. KR-20 değerinin en az 0.60 olması gerekir. KR-20 değerinin 0.70 ve üzeri olmasının ise yüksek güvenilirlik göstergesi olduğu söylenebilir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012).

OBT değerlendirildiğinde madde ayırt edicilik indeksi 0.20 değerinin altında kalan ve madde güçlük indeksi 0.20 ile 0.80 arasında değerler almayan soru maddelerinin testten çıkarılmasına karar verilmiştir (Tekin, 2011; Turgut ve Baykul, 2010). Sorular çıkarıldıktan sonra madde analizi tekrar yapılmıştır. 20 sorudan oluşan nihai testte yer alan soruların madde ayırt edicilik indeksleri, madde güçlük indeksleri ve madde-toplam korelasyonları Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3

Optik Başarı Testinde Bulunan Soruların Madde Analizi Sonuçları (Nihai)

Soru	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi	Madde Toplam Korelasyonu	Soru	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi	Madde Toplam Korelasyonu
01	0,28	0,34	0,36	14	0,28	0,24	0,31
03	0,36	0,42	0,42	15	0,22	0,22	0,28
04	0,52	0,33	0,31	17	0,52	0,45	0,34
05	0,66	0,30	0,30	20	0,39	0,31	0,34
06	0,54	0,32	0,27	25	0,48	0,36	0,33
09	0,40	0,42	0,37	26	0,54	0,25	0,29
10	0,48	0,28	0,24	27	0,79	0,32	0,52
11	0,55	0,36	0,31	28	0,34	0,34	0,36
12	0,61	0,42	0,37	31	0,36	0,26	0,22
13	0,58	0,58	0,53	33	0,67	0,31	0,23

Nihai testte yer alan soru maddelerinin madde güçlük indeksi değerleri 0.22 ile 0.79 arasında değişirken; madde ayırt edicilik indeksleri 0.22 ile 0.45 arasında değişim göstermektedir. OBT’de yer alan soru maddelerinin madde toplam korelasyonları da 0.22 ile 0.53 arasında değişmektedir. OBT’nin son haline ilişkin madde analizi sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Optik Başarı Testinin Madde Analizi Sonuçları (Nihai)

İstatistikler	Değer
N	67
Toplam Madde Sayısı	20
Ortalama	9.6
Standart Sapma	3.15
Minimum	2
Maksimum	19
Çarpıklık	0.084
Basıklık	0.013
Ortalama Güçlük	0.48
Ortalama Ayırt Edicilik İndeksi	0.40
KR-20	0.71

Tablo 4 değerlendirildiğinde 20 sorudan oluşan OBT için hesaplanan KR-20 güvenirlik katsayısının 0.71 (kabul edilebilir) olduğu görülmektedir. Testin ortalama güçlüğü 0.48 iken ortalama ayırt edicilik indeksinin 0.40 (orta güçlükte) düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

3.3.2. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

Öğrencilerin Fizik laboratuvarına yönelik tutumlarını belirleyebilmek amacıyla Nuhoğlu ve Yalçın (2004) tarafından geliştirilen “Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır (EK-4). Araştırmada, öğretmen adaylarının Fizik Laboratuvarı dersine yönelik tutum ve ilgisini ölçmek amacıyla, araştırmacı tarafından hazırlanan bir ölçme aracı kullanılmıştır. Bu araç, 19 olumlu ve 17 olumsuz soru olmak üzere toplamda 36 sorudan oluşan 5 dereceli Likert tipi bir ölçekten meydana gelmektedir. Ölçeğin güvenirliği, Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı ile $\alpha=0,8930$ olarak belirlenmiş ve geçerliliği uzman görüşleriyle ve istatistiksel analizlerle doğrulanmıştır. Tutum maddelerinin oluşturulabilmesi için fizik laboratuvarı ile ilgili duygu, düşünce ve davranışlarını ifade eden bir kompozisyon yazmaları amacıyla, homojen bir örneklem grubu seçilmiştir. Bu yazılardan elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle incelenmiş ve tutum konusu ile doğrudan ilgili ya da ilgili olduğu düşünülen çok sayıda olumlu ve olumsuz tutum maddesi derlenmiştir. Geliştirilen taslak ölçek, fen bilgisi alanında özellikle fizik ve fizik laboratuvarları üzerinde çalışan 10 uzmandan oluşan bir grup tarafından incelenmiştir. Uzmanlar, ölçeğin öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik duygu, düşünce ve davranışlarını doğru bir şekilde ölçüp ölçmediğine odaklanarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Ayrıca, ölçek maddeleri 5 dil uzmanı tarafından dilbilgisi ve anlaşılabilirlik açısından incelenmiştir. Hem geliştirme hem de uygulama aşamasında, olumlu tutum maddeleri için puanlama şu şekilde yapılmıştır: "Tamamen katılıyorum" ifadesi 5 puan, "Katılıyorum" 4 puan, "Kararsızım" 3 puan, "Katılmıyorum" 2 puan ve "Hiç katılmıyorum" 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Olumsuz ifadeler içeren maddeler ise, bu puanlamanın tersine göre puanlanmıştır. Geliştirilen taslak ölçek, fen bilgisi alanında, özellikle fizik ve fizik laboratuvarlarıyla ilgili çalışmalar yürüten 10 uzman tarafından incelenmiştir. Bu uzmanlar, ölçeğin bulunduğu tutum maddelerinin laboratuvardaki tutumları ne derece doğru ölçtüğünü değerlendirmiştir. Ayrıca, 6 eğitim bilimleri uzmanı, ölçeğin öğretmen adaylarının düşünce, duygu ve davranışlarına yönelik tutumlarını ölçüp ölçmediğini belirlemek

incelemiştir. 5 dil uzmanı ise ölçeğin dilbilgisi ve anlaşılabilirlik açısından uygunluğunu değerlendirmiştir. Son olarak eğitim istatistiği konusunda uzmanlaşmış 3 uzman, istatistiksel analizleri kontrol etmiştir. Yapı geçerliliği için faktör analizi uygulanmış ve Varimax Faktör Analizi ile yapılan döndürme işlemi sonucunda, ölçeğin tek boyutlu olduğu belirlenmiştir. Bu durumu daha net görmek amacıyla Cattell'in "scree" sinaması kullanılarak, maksimum anlamlı faktör sayısı ile ilgili bir grafik elde edilmiştir. Ayrıca, geçerlik çalışmaları kapsamında, ölçme aracının uygulanmasıyla elde edilen verilerin örneklem grubuna uygunluğu 0.000 düzeyinde değerlendirilmiş, Kaiser-Meyer-Olkin değeri 0.854 ve Bartlett Testi değeri 3386,707 olarak bulunmuştur (Nuhoğlu ve Yalçın, 2004).

3.3.3. Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği

Öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerini belirleyebilmek amacıyla Alkan ve Emmioğlu-Sarıkaya (2018) tarafından uyarlanarak geliştirilen “Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği” kullanılmıştır (EK-5). Bu çalışmada, öğretmen adaylarının BİT yeterlik düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilen Öğretmen Adayları için BİT Yeterlikleri Ölçeği (Tondeur vd., 2017) ele alınmıştır. Ölçek, iki boyut ve 19 maddeden oluşmakta olup, geliştirilme sürecinde 20'den fazla öğretmen ve öğretmen adayıyla yapılan görüşmelerin ardından, mevcut BİT yeterlik çerçevelerinden yararlanılmıştır. Türkçeye uyarlama sürecinde ise dilsel eşdeğerlik, uzman görüşleri doğrultusunda sağlanmıştır. Ölçeğin yapı geçerliği, doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiş ve Türkçe formun orijinal formula uyumlu 2 faktörlü bir yapı ortaya koyduğu belirlenmiştir. Ayrıca, uyum indeksleri karşılaştırıldığında, her iki form arasındaki değerlerin yakın olduğu gözlemlenmiştir. Yakınsak geçerlik için, Türkçe form ile daha önce geliştirilmiş başka bir tutum ölçeği arasındaki korelasyon incelenmiş, ancak teorik olarak ilişkili olmayan ölçekler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Eşzamanlı geçerlik analizi için, Türkçe form ile aynı yapıyı ölçen başka bir ölçek arasında korelasyon incelenmiş ve bu iki form arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Güvenirlik analizi, Cronbach alfa katsayısı kullanılarak yapılmış ve ölçeğin alt boyutlarından olan "BİT Kullanımlarını Destekleme" ve "Öğretim Tasarımına Yönelik BİT Yeterlikleri" boyutlarının iç tutarlılık katsayıları sırasıyla 0.91 ve 0.82 olarak hesaplanmıştır. Türkçeye uyarlanan Öğretmen Adayları için BİT Yeterlikleri Ölçeği'nin geçerlik ve güvenilirlik analizleri, bu ölçeğin öğretmen adaylarının BİT yeterlik düzeylerini ölçmek için uygun

bir araç olduğunu ve Türk kültürüne uyarlanmış bir şekilde yeterli psikometrik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Alkan ve Emmioğlu-Sarıkaya, 2018).

3.4. Verilerin Analizi

Veri toplama araçlarıyla elde edilen veriler, SPSS 23 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde hangi testin kullanılacağına karar vermek için (parametrik veya parametrik olmayan) öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Normal dağılım durumu, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle değerlendirilmiş ve p değeri üzerinden normal dağılımın olup olmadığına karar verilerek uygun test seçilmiştir. Yapılan testler sonucunda $p > .05$ elde edilerek, deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Gruplar arasında normal dağılım olduğu için, parametrik bir test olan t-testi ile analiz yapılmıştır. T-testinde iki tür test kullanılmıştır. Bağımsız örneklem t-testi, birbirinden bağımsız iki gruptan alınan bir sürekli değişkenin ortalamalarının farkını inceler. Bağımlı gruplar t-testi ise aynı gruptan alınan iki ortalamanın farkını değerlendirir (Başol, 2022). Ayrıca, bağımlı gruplar t-testlerinde etki büyüklüğü Cohen d değeri ile hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü, gruplar arasındaki ortalama farkının büyüklüğünü ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin gücünü gösteren standart bir ölçüttür (Cohen, 1988).

Optik Başarı Testinden elde edilen veriler, 100 puan üzerinden değerlendirilmiş ve ön test, uygulama sonrası son test ve son testten 4 hafta sonra kalıcılık testi puanları hesaplanmıştır. Grupların optik başarı testinden aldıkları başarı puanları arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığını test etmek için bağımsız örneklem t-testi, ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığını incelemek için ise bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır. Ayrıca iki grubunda kalıcılık testinde aldıkları puanların arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek için de bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır.

Fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları, 5 dereceli likert tipi ölçekle öğrencilerin "tamamen katılıyorum" dan "hiç katılmıyorum" a kadar verdikleri cevaplarla puanlandırılmıştır. Bu puanlar, her bir öğrencinin uygulama öncesindeki ön test ve uygulama sonrası son testteki toplam tutum puanlarını hesaplamak için kullanılmıştır. Grupların fizik laboratuvarına ilişkin tutum puanları arasındaki farkın istatistiksel

anlamlılığını test etmek için bağımsız örneklem t-testi, ön test ve son test puanları arasındaki farkın anlamlılığını incelemek için ise bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır.

Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği puanları, 5 dereceli likert tipi ölçekle öğrencilerin "kesinlikle katılmıyorum" dan "kesinlikle katılıyorum" a kadar verdikleri cevaplarla puanlandırılmıştır. Bu puanlar, her bir öğrencinin uygulama öncesindeki ön test ve uygulama sonrası son testteki toplam tutum puanlarını hesaplamak için kullanılmıştır. Grupların bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği puanları puanları arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığını test etmek için bağımsız örneklem t-testi, öntest ve sontest puanları arasındaki farkın anlamlılığını incelemek için ise bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır.

3.5. Deneysel İşlemler

Bu kısımda, kapalı uçlu laboratuvar uygulaması ve simülasyon uygulamanın nasıl yapıldığına dair açıklamalar yer almaktadır. Ders izlencesi Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5
Deneyisel işlem izlencesi

DENEY GRUBU		KONTROL GRUBU	
<i>Kapalı Uçlu Laboratuvar</i>		<i>+ Laboratuvar Deneyleri</i>	
<i>Simülasyon Deneyleri</i>			
1. HAFTA	➤ Yansıma Deneyi	➤ Yansıma Deneyi	
	➤ Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Deneyi	➤ Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Deneyi	
	+		
	➤ Yansıma		
2.HAFTA	➤ Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu		
	➤ Kırılma Deneyi	➤ Kırılma Deneyi	
	➤ Işığın Renklere Ayrılması Deneyi	➤ Işığın Renklere Ayrılması Deneyi	
	+		
3.HAFTA	➤ Kırılma Simülasyonu		
	➤ Işığın Renklere Ayrılması Simülasyonu		
	➤ Aynalar Ve Mercekler Deneyi	➤ Aynalar Ve Mercekler Deneyi	
	+		
4.HAFTA	➤ Aynalar Ve Mercekler Simülasyonu		
	➤ Girişim Deneyi	➤ Girişim Deneyi	
	➤ Kırınım Deneyi	➤ Kırınım Deneyi	
	+		
	➤ Girişim Simülasyonu		
	➤ Kırınım Simülasyonu		

3.5.1. Fizik III Laboratuvarı

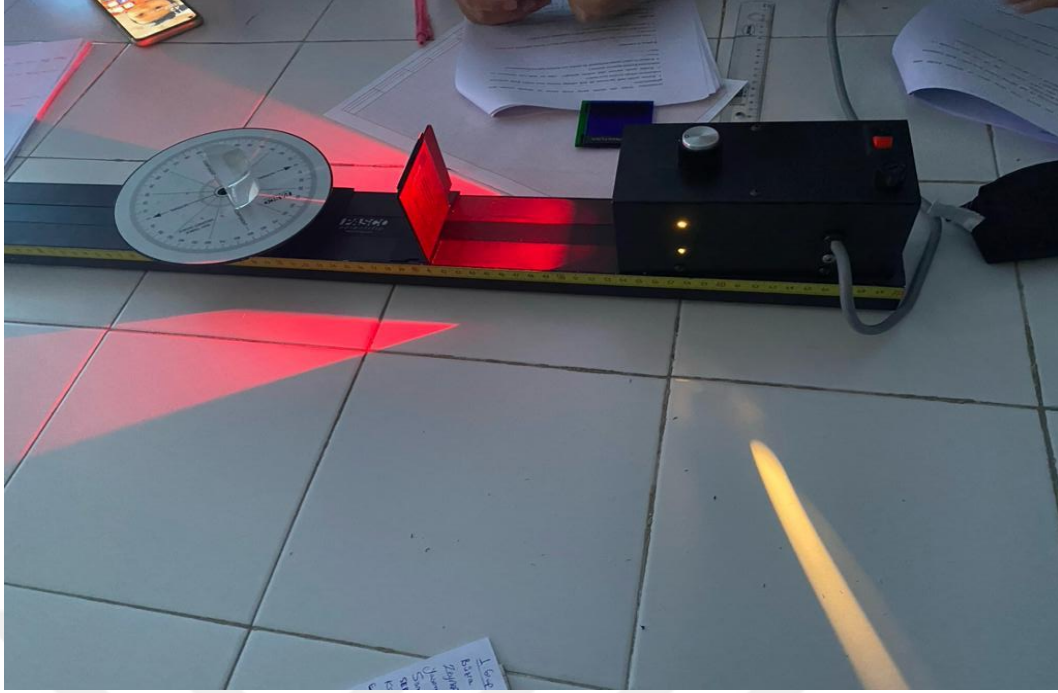
Araştırma sürecinde toplamda 10 deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler, 4 hafta boyunca fakültenin fizik laboratuvarında, uygun koşullar altında kontrol ve deney gruplarına uygulanacak şekilde haftalara bölünmüştür. Kapalı uçlu laboratuvar uygulamaları ise 4 hafta süresince aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kapalı uçlu laboratuvar uygulamasının ilk haftasında öğrencilere “Yansıma” ve “Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu” deneyleri uygulanmıştır. Yansıma deneyinde, öğrencilere ışığın düzlem aynada nasıl yansıdığı ve yansıma yasalarının temel prensipleri öğretilmiştir. Öğrenciler, gelen ışın ile yansıyan ışın arasındaki açıların eşit olduğunu, ışığın doğrusal bir şekilde yayıldığını ve aynalarda görüntü oluşumunun temel ilkelerini deneysel olarak gözlemleyerek kavramışlardır. Bu deney, öğrencilere yansıma yasaları (gelme açısının yansıma açısına eşitliği) hakkında temel bilgiler kazandırmayı ve düzlem aynalarda gerçek ve sanal görüntülerin oluşum süreçlerini keşfetmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Düzlem aynada görüntü oluşumu deneyinde ise öğrencilere düzlem aynalarda bir cismin görüntüsünün nasıl oluştuğu ve bu görüntülerin özellikleri öğretilmiştir. Deney, öğrencilerin düzlem aynalarda cismin boyutlarının aynadaki görüntüsüyle eşit olduğunu ve görüntünün sanal bir şekilde, aynanın gerisinde oluştuğunu gözlemlemelerini sağlamıştır. Öğrenciler, ışık kaynağını ve aynayı doğru bir şekilde konumlandırarak düzlem aynada cismin görüntüsünün yerini belirlemeli ve görüntünün temel optik özelliklerini anlamlandırdılar. Bu deney, düzlem aynaların optik özelliklerini ve görüntü oluşum süreçlerini öğrencilere tanıtmayı hedeflemiştir.



Şekil 1. Yansıma ve Düzlem Aynada Görüntü oluşumu Deneyi

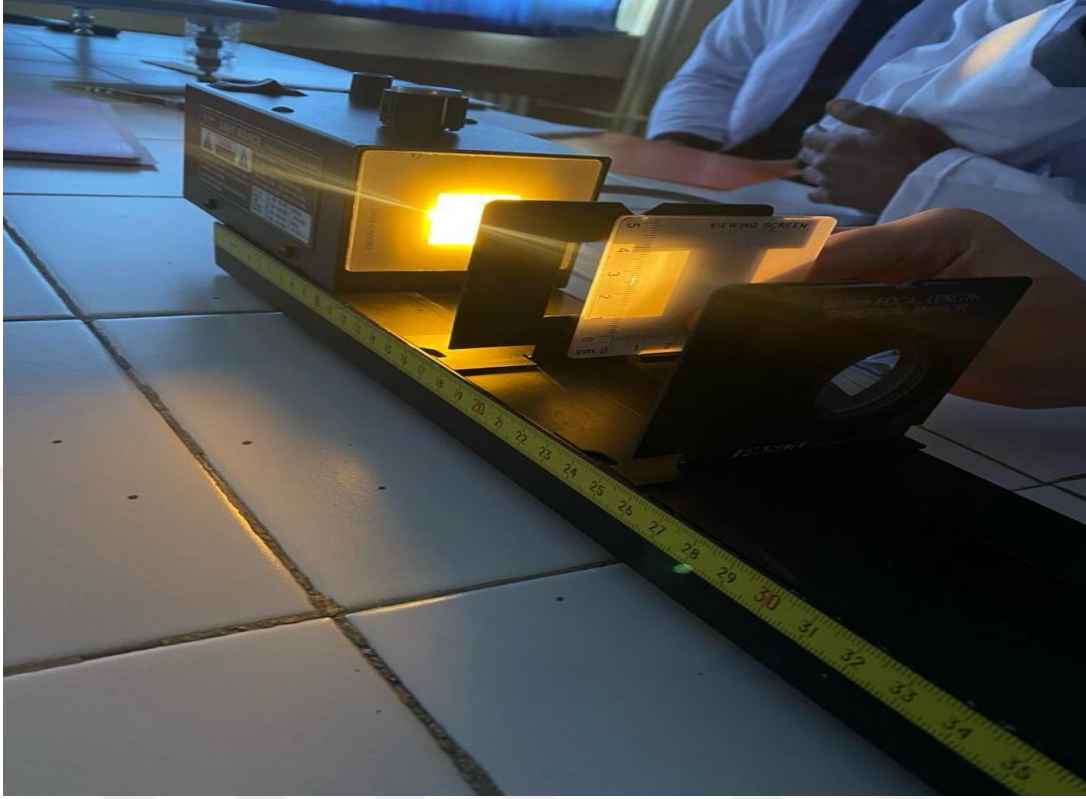
Kapalı uçlu laboratuvar uygulamasının ikinci haftasında öğrencilere “Kırılma” ve “Işık Renklere Ayrılması” deneyleri uygulanmıştır. Kırılma deneyinde, ışığın bir ortamdan diğerine geçerken nasıl kırıldığını gözlemleyip, kırılma yasalarını belirlemek amaçlanmıştır. Öğrenciler, ışığın yoğunluğu farklı ortamlara geçerken doğrultusunun değiştiğini ve bu değişimin Snell Yasası ile nasıl ilişkilendirildiğini öğrenirler. Deney, ışığın kırılma indisi, gelme açısı ve kırılma açısı arasındaki bağıntıyı keşfetmeye odaklanır. Ayrıca, tam yansıma olayı ve kritik açı gibi kırılma ile ilgili özellikler de incelenir. Bu deney, öğrencilere ışığın kırılma davranışını ve kırılma yasalarının ışığın yayılma şekli üzerindeki etkilerini anlamalarına yardımcı olmayı amaçlar. Işık renklere ayrılması deneyinde ise öğrenciler, beyaz ışığın prizma veya su gibi saydam ortamlardan geçerken farklı renklere ayrıldığını gözlemlerler. Bu süreçte, kırılma açıları ile dalga boyu arasındaki ilişkiyi keşfederler. Dispersiyon olayını anlamak için ışığın farklı renklerinin kırılma açılarındaki farklar incelenir. Ayrıca, ışığın toplam iç yansıma yaparak, belirli bir açıdan sonra tamamen yansımaları sağlayan koşullar araştırılır. Bu deney, öğrencilere ışığın farklı ortamlardaki kırılma ve yansıma özelliklerini, bu fenomenlerin optik cihazlar üzerindeki etkilerini öğretmeyi amaçlamaktadır.



Şekil 2. Kırılma ve Işığın Renklere Ayrılması Deneyi

Kapalı uçlu laboratuvar uygulamasının üçüncü haftasında öğrencilere “Aynalar” ve “Mercekler” deneyleri uygulanmıştır. Bu deneylerde, öğrencilere optik sistemlerin temel prensiplerini anlamalarına yardımcı olmayı amaçlanmıştır. İlk olarak, Yakınsak Merceklerde Görüntü ve Cisim Arasındaki Bağlantılar deneyinde öğrenciler, yakınsak merceklerin optik özelliklerini keşfederek cisim ve görüntü arasındaki mesafe ve büyüklük ilişkilerini incelemişlerdir. Bu deney, Temel Lens Eşitliği'ni kullanarak merceklerde cisim ve görüntü arasındaki bağlantıları anlamalarına olanak sağlar ve ışığın merceklerdeki kırılma özelliklerini gözlemleyerek büyütme oranlarını hesaplamayı öğretir. İkinci deneyde ise Silindirik Aynalarda Görüntü Oluşumu konusuna odaklanılır. Öğrenciler, silindirik aynalarda paralel ışınların nasıl yansıdığını ve bu yansılardan gerçek ve sanal görüntülerin nasıl oluştuğunu keşfetmişlerdir. Işın izleme teknikleri kullanarak, aynaların odak uzaklıklarını ve eğriliklerini hesaplamayı öğrenirler. Son olarak, Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu deneyinde, öğrenciler çukur ve tümsek aynaların optik özelliklerini inceleyerek görüntü oluşumunu geometrik olarak anlamlandırmışlardır. Bu deneyde, küresel aynalarda yansıma yasalarını gözlemleyerek, odak uzaklıklarını hesaplamayı ve cisim-görüntü ilişkilerini teorik modellerle karşılaştırmayı kavramışlardır. Bu deneyler, öğrencilere teorik bilgilerin yanı sıra deneysel verilerle doğrulama yapma, hesaplama becerileri kazandırma ve optik sistemlerin çalışma prensiplerini derinlemesine anlamalarını sağlama amacı güder. Temel

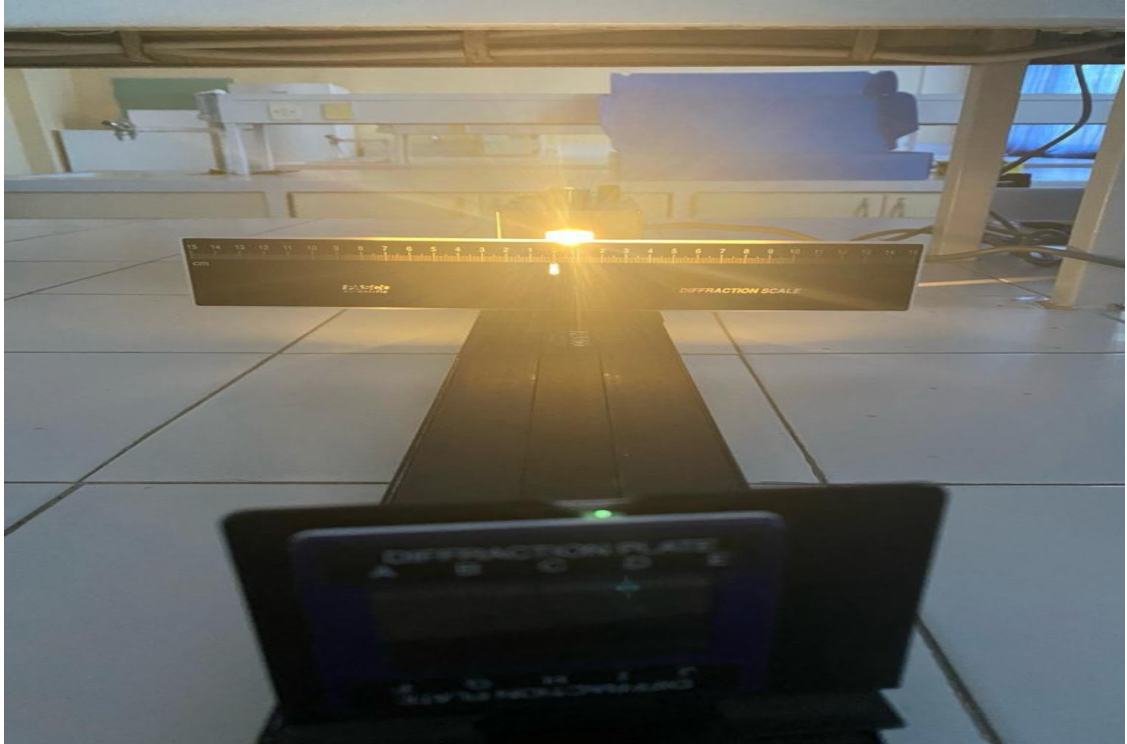
Lens Eşitliği ve optik yansıma/yansıma yasaları ile ilgili deneysel gözlemler yaparak, ışığın aynalar ve merceklerdeki davranışlarını somut bir şekilde keşfetmişlerdir.



Şekil 3. Aynalar ve Mercekler Deneyi

Kapalı uçlu laboratuvar uygulamasının dördüncü haftasında öğrencilere “Girişim” ve “Kırınım” deneyleri uygulanmıştır. Bu deneyler, öğrencilere ışığın dalga karakterini anlama ve dalga boyu hesaplama becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır. Tek Yarıktaki Kırınım deneyinde, öğrenciler ışığın dar bir yarıktan geçerken kırınım olayını gözlemleyerek kırmızı, mavi ve yeşil ışıkların dalga boylarını hesaplamışlardır. Bu süreç, öğrencilere kırınım olayının temel ilkelerini öğretir ve ışığın dar bir aralıktan geçerken yayılma şeklini deneysel olarak anlamalarını sağladı. Ayrıca, deneysel ölçümler yaparak teorik bilgilerle pratik sonuçlar arasında bağlantı kurma becerisi kazandılar. Çift Yarıktaki Girişim deneyinde ise, öğrenciler girişim olayını inceleyerek yapıcı ve yıkıcı girişim koşullarını gözlemler ve yine ışığın dalga boylarını hesapladılar. Bu deney, öğrencilerin girişim desenlerini analiz etmelerini, farklı renklerdeki ışıkların nasıl etkileşimde bulunduğunu anlamalarını ve dalga boyu ölçümleri yapabilmelerini sağlamıştır. Her iki deney de öğrencilerin fiziksel fenomenleri gözlemleyerek teorik bilgilerini pekiştirmelerine ve deneysel verilerle teori arasındaki ilişkiyi daha iyi kavrayabilmelerine

olarak tanımıştır. Bu deneyler öğrencilere ışığın dalga boyu ölçümü, kırınım ve girişim gibi temel optik olayları deneysel ortamda keşfetme fırsatı sağlamıştır.



Şekil 4. Girişim ve Kırınım Deneyi

3.5.2. Simülasyon Laboratuvarı Destekli Fizik III Laboratuvarı

Kapalı uçlu laboratuvarda deneyleri uygulayan deney grubu öğrencileri, sonrasında fakültenin bilişim laboratuvarında her iki öğrenciye bir bilgisayar verilerek simülasyon uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırma boyunca, "PhET" ve "SİMPOP" simülasyon uygulamaları kullanılmıştır. Yansıma konusuyla ilgili olarak "SİMPOP" simülasyonu tercih edilirken, diğer tüm konularda "PhET" simülasyonu kullanılmıştır. PhET, Colorado Üniversitesi tarafından geliştirilen ve özellikle fizik öğretiminde kullanılabilen birçok simülasyon sunan ücretsiz bir interaktif yazılım platformudur. 2002 yılından itibaren çeşitli alanlarda etkileşimli simülasyonlar sunulmaktadır. Tasarım açısından PhET, görsel olarak çekici, günlük yaşamla bağlantılı ve interaktif modeller sunarak öğrencilere farklı konularda yardımcı olmuştur. Öğrenciler, bu simülasyonlar sayesinde değişkenleri değiştirebilir ve bu değişkenlere bağlı olarak meydana gelen sonuçları gözlemleyebilirler.

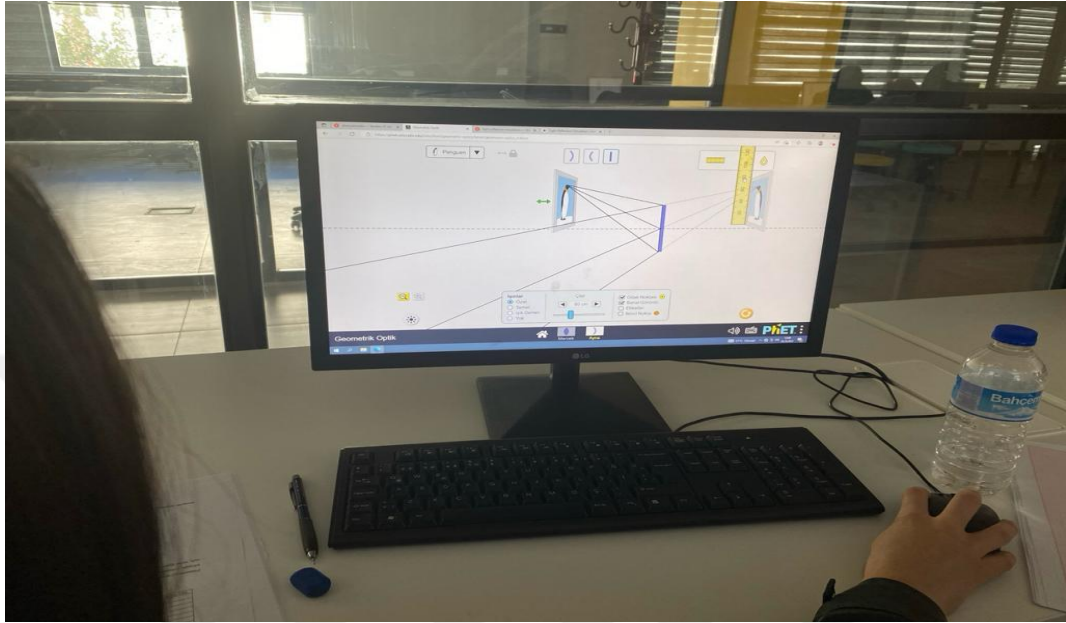


Şekil 5. Bilişim laboratuvarından bir örnek

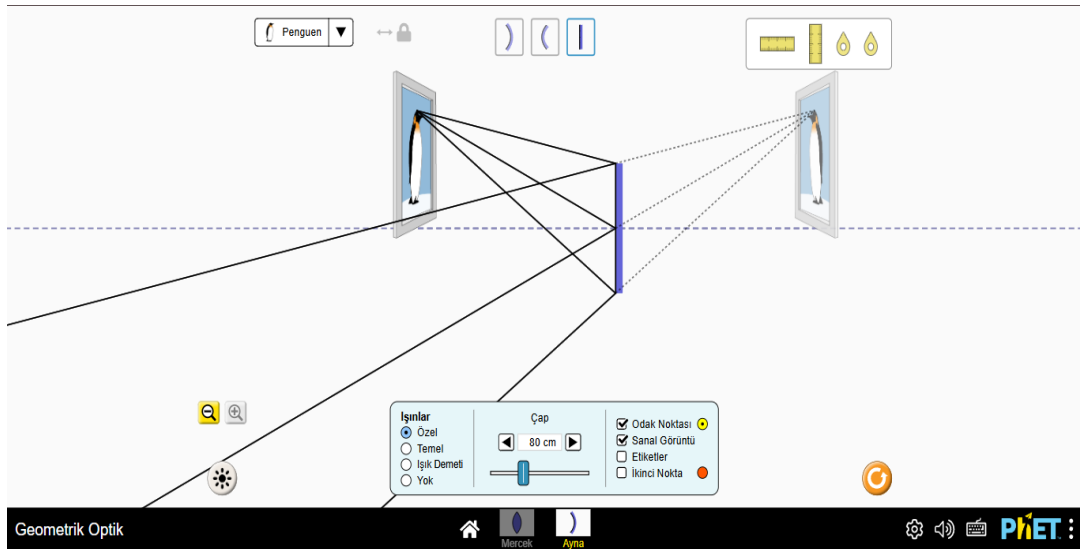
Kapalı uçlu laboratuvarlarda olduğu gibi, simülasyon laboratuvarı da deney grubu ile 4 hafta boyunca uygulanmıştır. İlk olarak öğrencilere bilişim laboratuvarı tanıtılmış, ardından öğrenciler ikiye bölünmüş gruplara ayrılarak simülasyonlar tanıtılmıştır. 4 hafta boyunca öğrencilere uygulanan simülasyonlar ise aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

Simülasyon laboratuvarının ilk haftasında öğrencilere “Yansıma” ve “Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu” deneyleri uygulatılmıştır. İlk olarak, öğrenciler ışığın düzlem aynada nasıl yansıdığını ve yansıma yasalarını görsel ve etkileşimli bir şekilde öğrenmiş oldular. Bu sayede soyut kavramları somut hale getirebildiler ve kavrayışlarını güçlendirebildiler. Öğrenciler, gelen ışın ile yansıyan ışın arasındaki açıyı değiştirerek ve bu değişikliklerin sonuçlarını gözlemleyerek yansıma yasalarını doğrudan deneyimleyebilmiş olurlar. Ayrıca, sanal ortamda öğrencilere deneme-yanılma yoluyla öğrenme fırsatı verilmiş oldu. Yanlış konumlandırılmış ışık kaynakları veya aynalarla yapılan denemeler, öğrencilerin hatalarından öğrenmelerine ve bu hataları düzelterek doğru sonuçlara ulaşmalarına yardımcı oldu. Bu deney, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve teorik bilgileri uygulamalı bir şekilde pekiştirmelerine katkı sağladı. Öğrenciler, düzlem aynalarda cismin görüntüsünün nasıl oluştuğunu ve bu görüntülerin özelliklerini sanal ortamda gözlemleyerek, ışığın ve aynanın optik özelliklerini daha iyi kavramış oldular. Ayrıca, sanal ortamda farklı ışık koşulları ve aynalar kullanarak, yansıma yasalarının değişen koşullarda nasıl işlediğini keşfetme

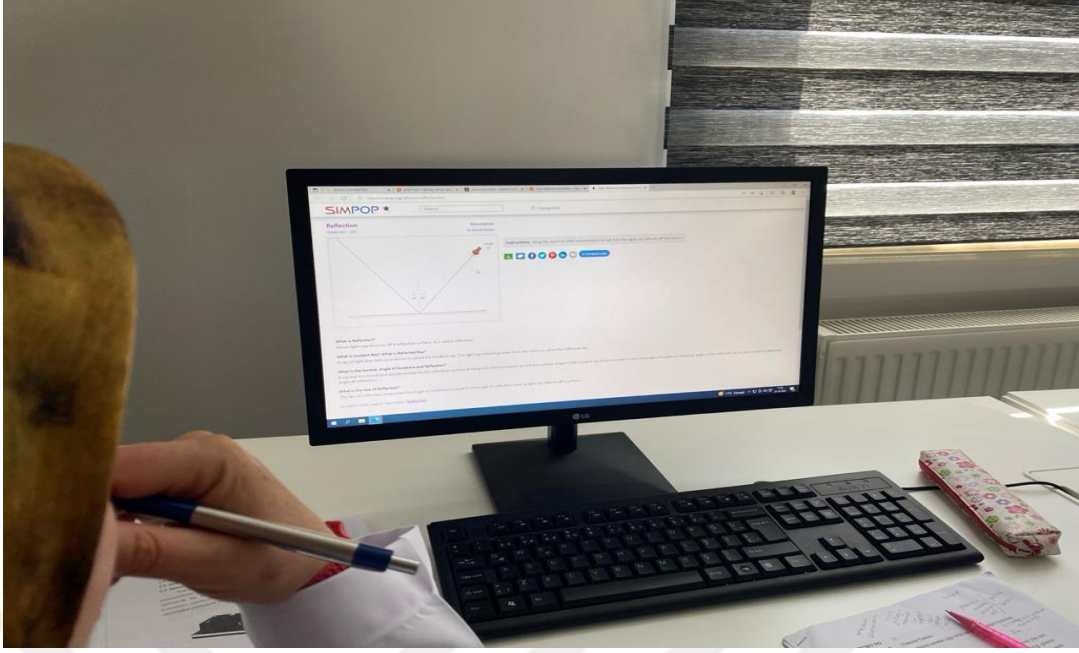
fırsatı bulmuş oldular. Sonuç olarak, simülasyon laboratuvarın da yapılan bu deney, öğrencilere yansıma yasalarını ve düzlem aynalarda görüntü oluşumunu hem teorik hem de pratik açıdan derinlemesine öğrenme imkanı sunarak, bilimsel ve analitik düşünme becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunmuştur.



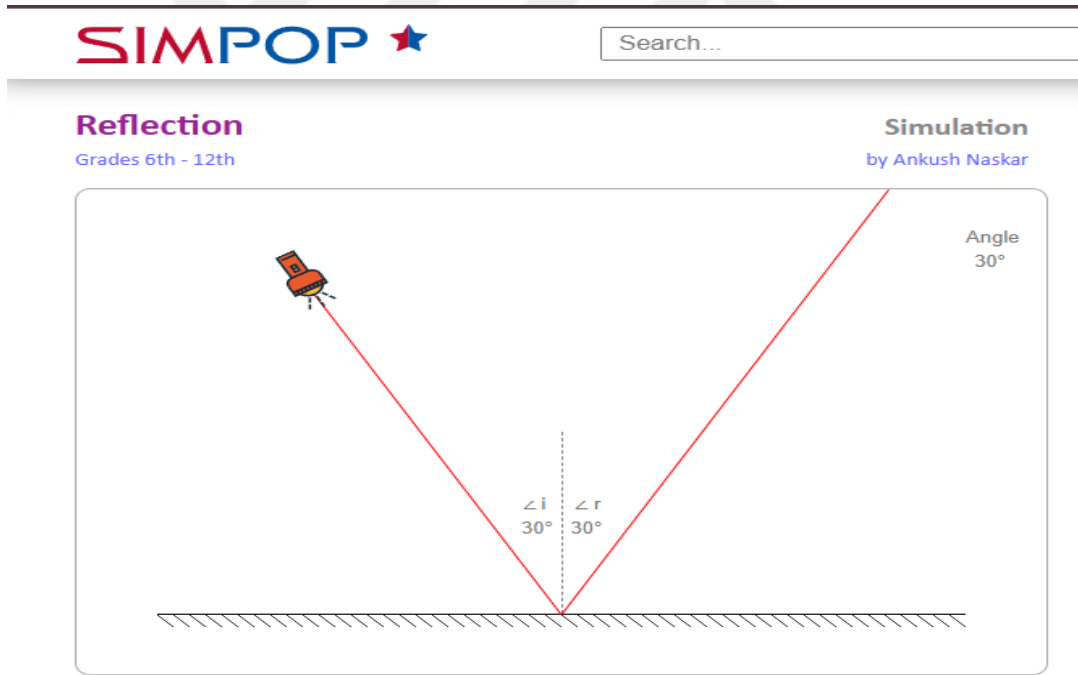
Şekil 6. Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Simülasyonu



Şekil 7. Düzlem Aynada Görüntü Oluşumu Simülasyonundan Bir Örnek



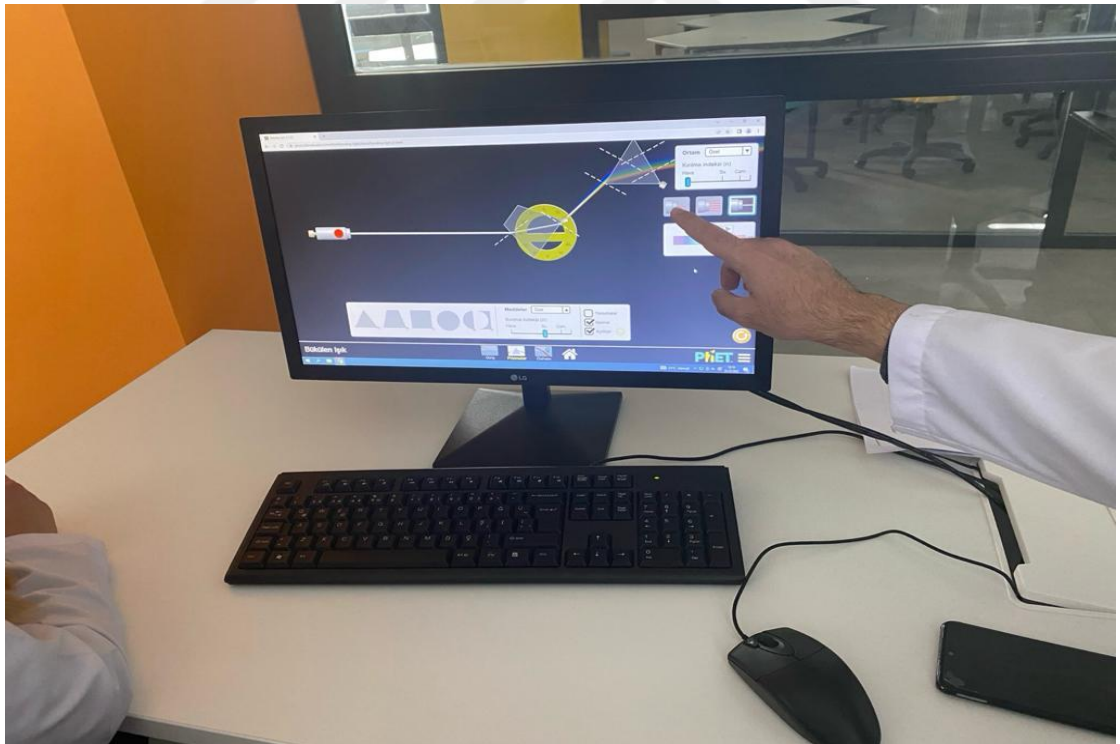
Şekil 8. Yansıma Simülasyonu



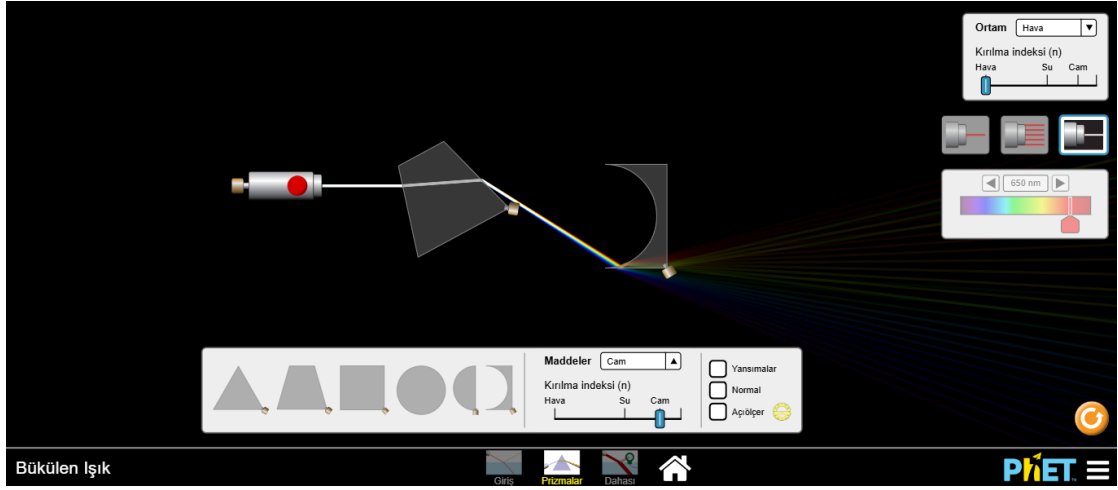
Şekil 9. Yansıma Simülasyonundan Bir Örnek

Simülasyon laboratuvarın ikinci haftasında öğrencilere “Kırılma” ve “Işığın Renklere Ayrılması” deneyleri uygulatılmıştır. İlk olarak kırılma deneyinde öğrenciler ışığın bir ortamdan diğerine geçerken nasıl kırıldığını ve kırılma yasalarını doğrudan gözlemleyerek öğrenmiş oldular. Sanal ortamda, ışığın yoğunluğu farklı ortamlara

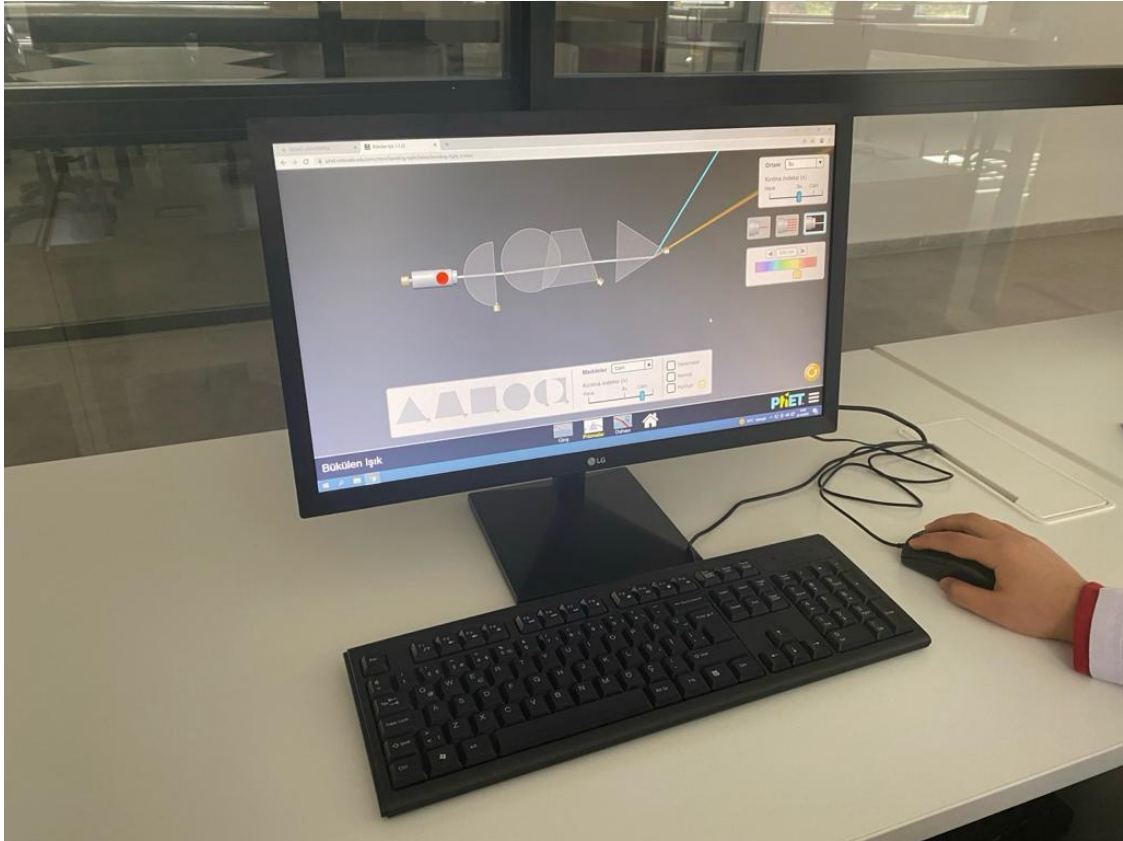
geçerken doğrultusunun değiştiğini ve bu değişimin Snell Yasası ile nasıl ilişkilendirildiğini daha iyi anlayabildiler. Öğrenciler, kırılma indisi, gelme açısı ve kırılma açısı arasındaki bağıntıyı sanal ortamda etkileşimli bir şekilde keşfederek bu kavramları daha derinlemesine öğrenmiş oldular. Öğrenciler farklı ortamlar ve açı kombinasyonları kullanarak ışığın kırılma davranışını gözlemleyebildi ve bu gözlemler üzerinden kırılma yasalarını pekiştirebildiler. Ayrıca, tam yansıma olayı ve kritik açı gibi kırılma ile ilgili önemli kavramları sanal ortamda test etmiş oldu ve farklı koşullar altında nasıl işlediğini gözlemlediler. Işığın renklere ayrılması deneyinde ise öğrenciler, beyaz ışığın prizma veya su gibi saydam ortamlardan geçerken farklı renklere ayrılmasını sanal ortamda gözlemleyerek bu süreci daha iyi kavrayabildiler. Bu deney, öğrencilere kırılma açıları ile dalga boyu arasındaki ilişkiyi öğretirken, ışığın farklı renklerinin kırılma açılarındaki farkları da incelemelerine olanak tanıdı. Ayrıca, simülasyon laboratuvarı ortamı, ışığın toplam iç yansıma yaparak belirli bir açıdan sonra tamamen yansımını sağlayan koşulları araştırma fırsatı sunar, bu sayede öğrenciler dispersiyon ve iç yansıma gibi kavramları daha kolay anlayabildiler.



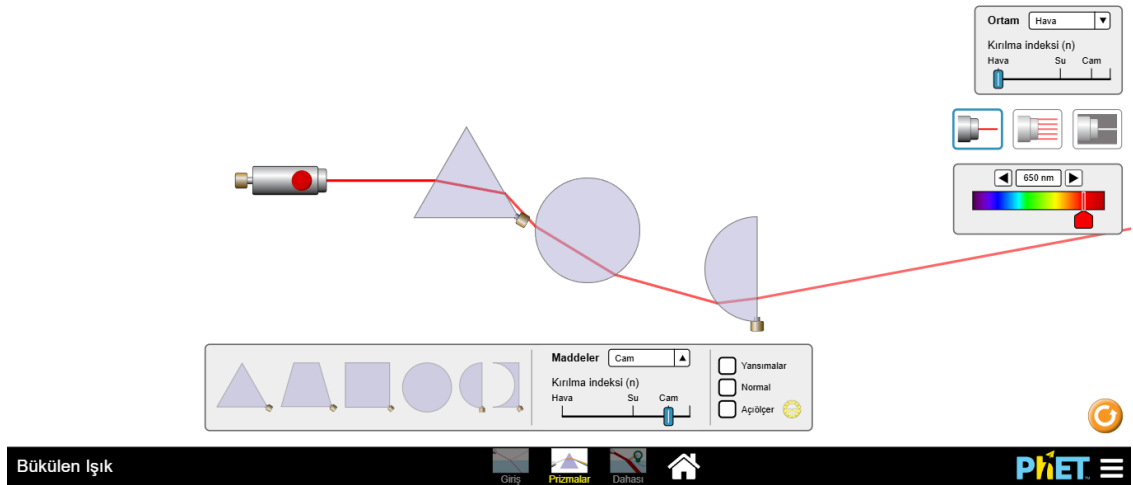
Şekil 10. Işığın Renklere Ayrılması Simülasyonu



Şekil 11. Işığın Renklere Ayrılması Simülasyonunda Bir Örnek



Şekil 12. Kırılma Simülasyonu

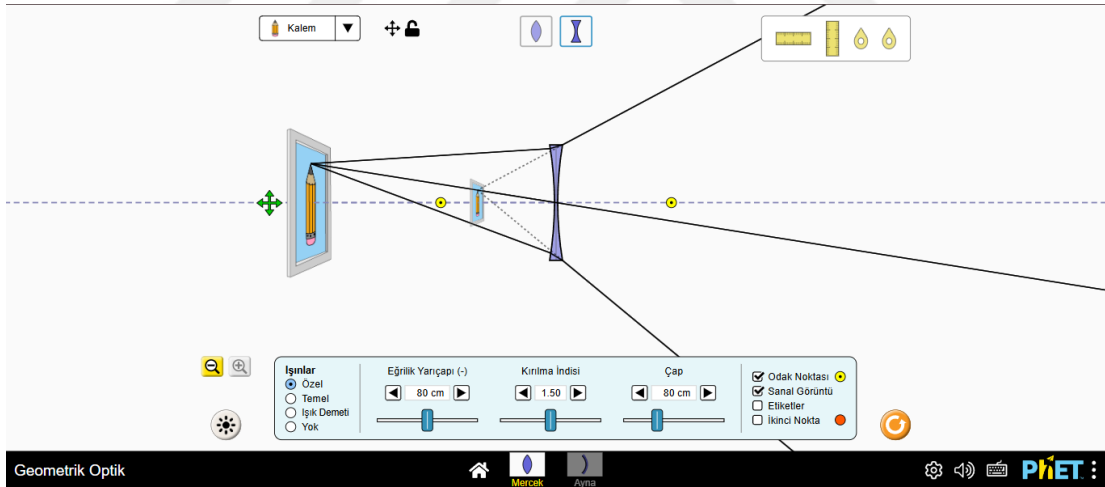


Şekil 13. Kırılma Simülasyonundan Bir Örnek

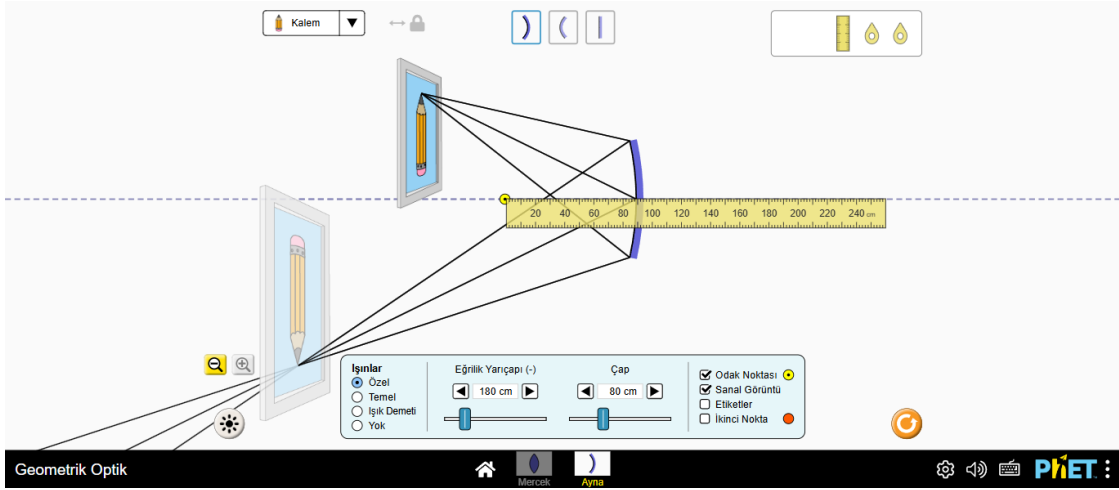
Simülasyon laboratuvarının üçüncü haftasında öğrencilere “Aynalar” ve “Mercekler” deneyleri uygulatılmıştır. İlk olarak, Yakınsak Merceklerde Görüntü ve Cisim Arasındaki Bağlantılar deneyinde öğrenciler, yakınsak merceklerin optik özelliklerini sanal ortamda keşfederek cisim ve görüntü arasındaki mesafe ve büyüklük ilişkilerini daha etkili bir şekilde öğrenme fırsatı buldular. Sanal ortamda, Temel Lens Eşitliği’ni kullanarak merceklerde cisim ve görüntü arasındaki bağlantıları doğrudan gözlemleyebildiler, ışığın merceklerdeki kırılma özelliklerini inceleyerek büyütme oranlarını hesaplama fırsatı buldular. Silindirik Aynalarda Görüntü Oluşumu deneyinde ise öğrenciler, paralel ışınların silindirik aynalarda nasıl yansıdığını ve bu yansılardan nasıl gerçek ve sanal görüntülerin oluştuğunu gözlemleyerek, ışın izleme tekniklerini kullanarak aynaların odak uzaklıklarını ve eğriliklerini sanal ortamda hesaplayabildiler. Bu etkileşimli deneyim, öğrencilerin optik sistemlerle ilgili teorik bilgileri pratikte görmek ve test etmek için mükemmel bir fırsat yaratmış oldu. Son olarak, Küresel Aynalarda Görüntü Oluşumu deneyinde öğrenciler, çukur ve tümsek aynaların optik özelliklerini sanal ortamda inceleyerek görüntü oluşumunu geometrik olarak anlamlandırdılar. Simülasyon laboratuvarın da, öğrenciler yansıma yasalarını gözlemleyebildi, odak uzaklıklarını hesaplayabildi ve cisim-görüntü ilişkilerini teorik modelle karşılaştırarak daha derinlemesine öğrenmiş oldular.



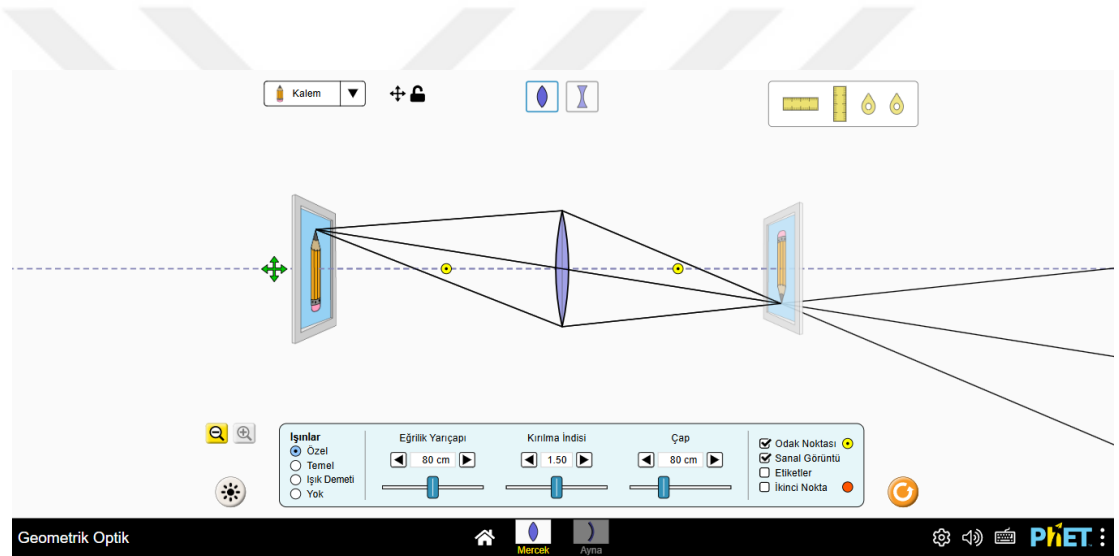
Şekil 14. Aynalar ve Mercekler Simülasyonu



Şekil 15. Mercekler Simülasyonundan Bir Örnek



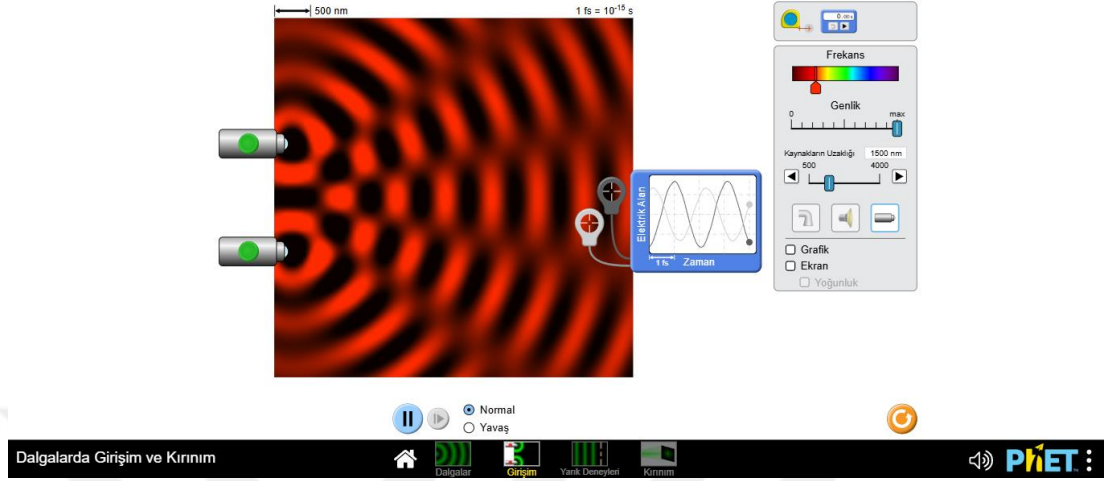
Şekil 16. Aynalar Simülasyonundan Bir Örnek



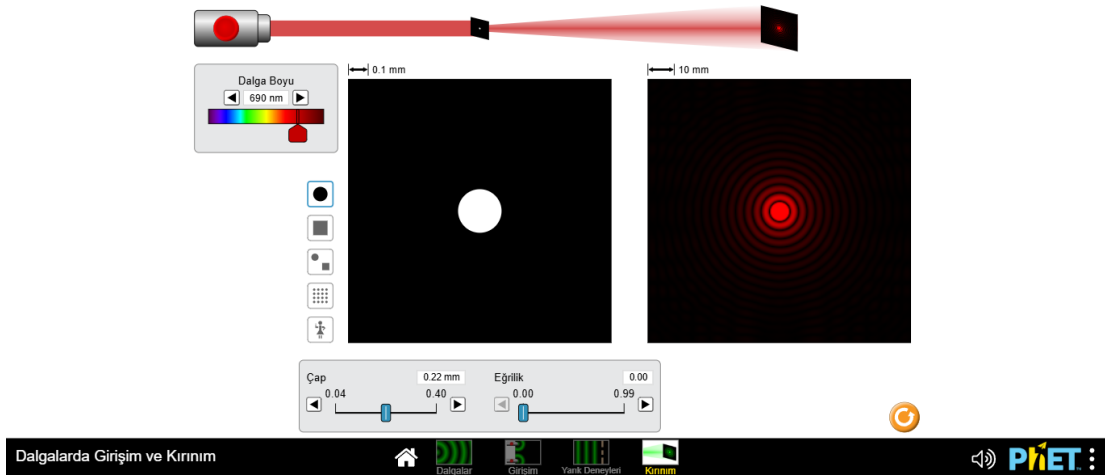
Şekil 17. Merceklerde Görüntü Oluşumu Simülasyonundan Bir Örnek

Simülasyon laboratuvarın dördüncü haftasında öğrencilere “Girişi” ve “Kırınım” deneyleri uygulatılmıştır. Tek Yarıktaki Kırınım deneyinde, öğrenciler ışığın dar bir yarıktan geçerken meydana gelen kırınım olayını sanal ortamda gözlemlemiş, kırmızı, mavi ve yeşil ışıkların dalga boylarını hesaplayarak kırınımın temel ilkelerini deneysel olarak anlamış oldular. Simülasyon laboratuvarı ortamında, öğrenciler ışığın yayılma şekli üzerinde değişiklikler yaparak teorik bilgileri somut bir şekilde test etmişlerdir. Ayrıca, deneysel ölçümler yaparak teorik bilgilerle pratik sonuçlar arasındaki bağlantıyı kurma becerisi kazanmış olurdular. Çift Yarıktaki Girişim deneyinde ise, öğrenciler girişim olayını daha derinlemesine incelemiş, yapıcı ve yıkıcı girişim koşullarını gözlemleyerek farklı renklerdeki ışıkların nasıl etkileşimde bulunduğunu anlayabildiler. Bu sanal deney, öğrencilerin girişim desenlerini analiz etmelerine ve dalga

boyu ölçümleri yapabilmelerine olanak tanımış oldu. Öğrenciler, farklı renklerdeki ışığın etkileşimleriyle ilgili verileri inceleyerek ışığın dalga karakterini daha etkili bir şekilde kavramasına imkan tanıdı.



Şekil 18. Girişim Simülasyonu



Şekil 19. Kırınım Simülasyonu

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, araştırma süreci sonunda elde edilen bulgulara ve bu bulgulara ilişkin yorumlara yer verilmiştir. Araştırma bulguları, tablolar aracılığıyla sunulmuş ve detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. Tüm verilerden elde edilen bulgular ve yorumlar, araştırma alt problemlerinin sırasına göre düzenlenerek sunulmuştur.

4.1. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Normal Dağılımı

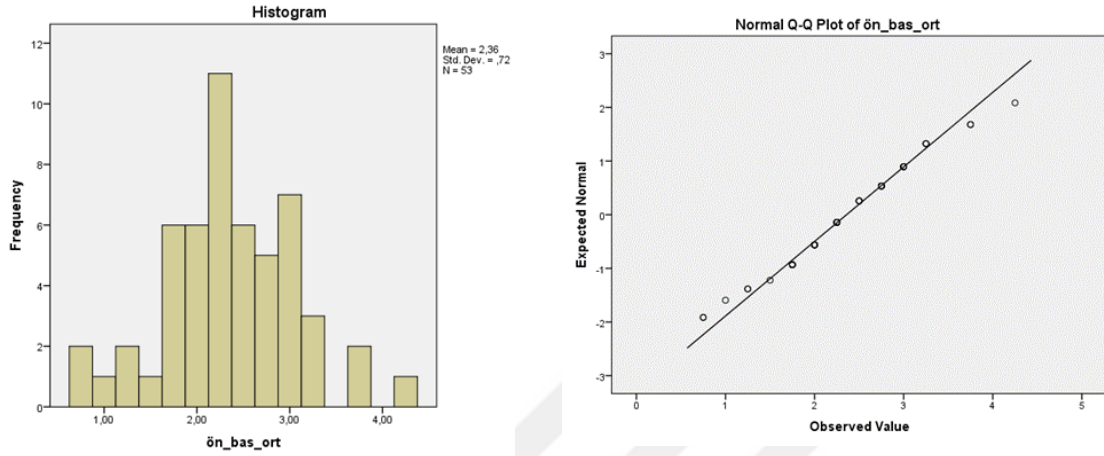
Eğitim çalışmalarında elde edilen verilerin istatistiksel analizine geçmeden önce ilk olarak normallik varsayımına bakılır. Bu varsayımdan elde edilen sonuçlara göre parametrik ya da parametrik olmayan testler kullanılır. Verilerin Normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerden en çok kullanılan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri dir. Kontrol ve deney grubu 50 den az olduğu durumlarda Shapiro-Wilk, 50 den küçük olduğu durumlarda ise Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılmaktadır (Büyüköztürk,2020). Bu çalışmada kontrol ve deney grubu sırasıyla 27 ve 26 öğrenciden oluşturulmuştur. Bu çalışmada normallik varsayımı için her iki test uygulanmıştır.

Tablo 6
Test Puanlarına Ait Normallik Testi Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Deney Grubu Akademik Başarı Ön Testi	,138	26	,200	,950	26	,230
Kontrol Grubu Akademik Başarı Ön Testi	,121	27	,200	,979	27	,839
Deney Grubu Akademik Başarı Son Testi	,097	26	,200	,965	26	,504
Kontrol Grubu Akademik Başarı Son Testi	,154	27	,098	,962	27	,409
Deney Grubu Tutum Ön Testi	,208	26	,055	,898	26	,064
Kontrol Grubu Tutum Ön Testi	,094	27	,200	,980	27	,869
Deney Grubu Tutum Son Testi	,106	26	,200	,982	26	,922
Kontrol Grubu Tutum Son Testi	,122	27	,200	,953	27	,247
Deney Grubu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Ön Testi	,149	26	,143	,949	26	,225
Kontrol Grubu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Ön Testi	,158	27	,081	,935	27	,090
Deney Grubu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Son Testi	,117	26	,200	,960	26	,393
Kontrol Grubu Bilgi ve İletişim Teknolojileri Son Testi	,253	27	,052	,704	27	,065
Deney Grubu Kalıcılık Testi	,139	26	,200	,929	26	,074
Kontrol Grubu Kalıcılık Testi	,131	27	,200	,964	27	,464

Kontrol ve deney grubundan elde ettiğimiz verilerin normallik test değerleri yukarıdaki Tablo 6’da verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi tüm testler için yapılan normallik analizinde $p > 0.05$ den büyük olduğu için verilerin analizinde parametrik testler (örneğin bağımsız ve bağımlı gruplar t-testi) kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir.

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemede histogram ve Q-Q eğrileri de kullanılmaktadır. Bu bağlamda istatistiksel analizlerde elde edilen verilerden başarı için histogram ve O-Q eğrileri aşağıda Şekil 20’de verilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü gibi başarı testi için verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 20. Başarı Testi İçin Histogram ve Q-Q Eğrileri

4.2. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular Ve Yorumlar

“Optik başarısına ilişkin ön test puanları açısından simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 7’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 7

Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Ön test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	2,35	,77	51	-,027	,979	p>.05
Kontrol	27	2,36	,67				

Araştırmanın birinci alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda ön test optik başarısı puanları ortalaması (2,35) iken, kontrol grubunun ön test optik başarısı puanları ortalaması (2,36) olarak elde edilmiştir. Grup ortalamaları birbirine çok yakındır, bu durum, iki grubun ön test aşamasında benzer bir başlangıç seviyesine sahip olduğunu gösterir. Deney Grubu (SS= 0,77): Deney grubundaki bireylerin puanlarında bir miktar varyasyon vardır. Kontrol Grubu (SS = 0,67): Kontrol grubundaki bireylerin puanlarında daha az varyasyon gözlemlenmiştir. Genel olarak, iki grubun standart sapmaları da birbirine yakındır ve düşük düzeydedir. Yapılan t-testi sonucunda elde edilen t-değeri (-0,027) ve p-değeri (0,979) olarak bulunmuş olup, bu p-değeri 0,05'ten büyük olduğu için istatistiksel anlamlılık bulunmamaktadır. Bu sonuç, her iki grup arasındaki optik başarısı açısından ön test puanlarında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

4.3. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Optik başarısına ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 8’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 8

Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Son test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	2,91	,88	51	-,133	,894	p>.05
Kontrol	27	2,94	,80				

Araştırmanın ikici alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda son test optik başarısı puanları ortalaması (2,91) iken, kontrol grubunun son test optik başarısı puanları ortalaması (2,94) olarak elde edilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi ortalamaların birbirine çok yakın olması son test başarı puanlarından belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Kontrol ve deney grubu standart sapma değerlerinin düşük olması gruplardaki bireysel başarı seviyelerinin birbirine yakın olduğu ve buna bağlı olarak verilerin homojen dağılım gösterdiği sonucuna varılır. Tabloda t-değeri (-0,133) olarak hesaplanmıştır. T değerin negatif olması kontrol grubunun ortalamasının deney grubundan büyük olduğunu ifade etmektedir. p-değeri ise (0,894) olarak bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, kapalı uçlu laboratuvar uygulamasına kıyasla optik başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

4.4. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin ön test puanları açısından simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 9’da gösterildiği şekildedir.

Tablo 9

Deney ve Kontrol Gruplarının Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutumlarının Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Ön test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	3,01	,188	51	,083	,934	p>.05
Kontrol	27	3	,165				

Araştırmanın üçüncü alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda ön test fizik laboratuvarına ilişkin tutum puanları ortalaması (3,01) iken kontrol grubunun ön test optik başarısı puanları ortalaması (3) olarak elde edilmiştir. Bu fark oldukça küçük bir düzeydedir (0,01 puan). t-değeri (0,083) olarak hesaplanmış ve p-değeri (0,934) bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç uygulamaya başlamadan önce iki grubun fizik laboratuvarına ilişkin tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

4.5. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 10’da gösterildiği şekildedir.

Tablo 10

Deney ve Kontrol Gruplarının Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutumlarının Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Son test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	3,10	,191	51	1,873	,067	p>.05
Kontrol	27	3	,202				

Araştırmanın dördüncü alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda son test fizik laboratuvarına karşı tutum puanları ortalamaları (3,10) iken, kontrol grubunun son test fizik laboratuvarına karşı tutum puanları ortalamaları (3) olarak elde edilmiştir. Bu fark oldukça küçük bir düzeydedir. t-değeri (1,873) olarak hesaplanmış olup, p-değeri (0,067) bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05'ten büyük olduğu için, iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç simülasyon laboratuvarı uygulamasının fizik laboratuvarına karşı tutum üzerinde kapalı uçlu laboratuvar uygulamasına kıyasla anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

4.6. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin ön test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 11’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 11

Deney ve Kontrol Gruplarının Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlikleri Ön Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Ön test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	3,93	,615	51	,463	,646	p>.05
Kontrol	27	3,86	,443				

Araştırmanın beşinci alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda ön test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri puanları ortalaması (3,93) iken, kontrol grubunun ön test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri ortalaması (3,86) olarak elde edilmiştir. Bu fark oldukça küçük bir farktır (0,07 puan). t-değeri (0,463) olarak hesaplanmış olup, p-değeri (0,646) bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, kapalı uçlu laboratuvar uygulamasına kıyasla bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği açısından anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

4.7. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 12’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 12

Deney ve Kontrol Gruplarının Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterlikleri Son Test Verilerinin Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Son test	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	4,31	,685	51	,449	,656	p>.05
Kontrol	27	4,20	1,01				

Araştırmanın altıncı alt problemine cevap aramak için yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucunda deney grubunda son test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri puanları ortalaması (4,31) iken, kontrol grubunun son test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri ortalaması (4,20) olarak elde edilmiştir. Bu fark oldukça küçük (0,11 puan) ve t-değeri (0,449) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,656) olarak bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar uygulamasına kıyasla bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı söylenebilir.

4.8. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Optik başarısına ilişkin ön test ve son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 13’te gösterildiği şekildedir.

Tablo 13

Deney Grubunun Optik Başarısına İlişkin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Deney	Ön Test		Son Test						Anlamlılık Düzeyi	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	p<.05	Cohen d
Başarı Puanı	2,35	,778	2,91	,885	26	25	-4,28	.000		-0,67

Araştırmanın yedinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, deney grubunun ön test ve son test optik başarı puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (,778), son test ortalamasının ise (,855) olduğu görülmektedir. Ön test ve son test arasındaki fark oldukça belirgindir (0,56 puan). t-değeri (-4,28) olarak hesaplanmış ve p-değeri (0,000) bulunmuştur. Bu p-değeri, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten çok daha küçük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır ($p < 0,05$). Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubu öğrencilerinin optik başarısını anlamlı derecede artırdığı söylenebilir. Ayrıca, Cohen d değeri (-0,67)’dir; bu da farkın orta büyüklükte olduğunu göstermektedir (Cohen,1988). Sonuç olarak, simülasyon laboratuvarı uygulamasının deney grubunun optik başarısına önemli bir olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

4.9. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Optik başarısına ilişkin ön test ve son test puanları açısından, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 14’te gösterildiği şekildedir.

Tablo 14

Kontrol Grubunun Optik Başarısına İlişkin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Kontrol	Ön Test		Son Test		Anlamlılık Düzeyi					
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	p<.05	Cohen d
Başarı Puanı	2,36	,67	2,94	,80	27	26	-3,93	,002		0.78

Araştırmanın sekizinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, kontrol grubunun ön test ve son test optik başarı puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (2,36), son test ortalamasının ise (2,94) olduğu görülmektedir. Bu fark (0,58) puan olup, t-değeri (-3,93) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,002) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten çok daha küçük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır ($p < 0,05$). Ayrıca, Cohen d değeri 0,78’dir; bu da farkın geniş etkide olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988). Bu sonuç, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin kontrol grubu öğrencilerinin optik başarısını anlamlı derecede artırdığı söylenebilir.

4.10. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin ön test ve son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 15’te gösterildiği şekildedir.

Tablo 15

Deney Grubunun Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutum Puanlarının Ön Test SonTest Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Deney	Ön Test		Son Test						Anlamlılık	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	Düzeı	Cohen d
Tutum Puanı	3.01	,188	3,10	,191	26	25	-2,95	.007	p<.05	0.47

Araştırmanın dokuzuncu alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, deney grubunun ön test ve son test fizik laboratuvarına ilişkin tutum puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (3,01), son test ortalamasının ise (3,10) olduğu görülmektedir. Bu fark (0,09) puan olup, t-değeri -(2,95) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,007) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiğı olan 0,05’ten küçük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır ($p < 0,05$). Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının deney grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumunu anlamlı derecede iyileştirdiğı söylenebilir. Ayrıca, Cohen d değeri (0,47)’dir; bu da farkın orta büyüklükte olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, simülasyon laboratuvarı uygulamasının deney grubunun fizik laboratuvarına karşı tutumlarında anlamlı bir iyileşmeye yol açtığı söylenebilir.

4.11. Onuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Fizik laboratuvarına yönelik tutuma ilişkin ön test ve son test puanları açısından, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 16’da gösterildiği şekildedir.

Tablo 16

Kontrol Grubunun Fizik Laboratuvarına İlişkin Tutum Puanlarının Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Kontrol	Ön Test		Son Test						Anlamlılık Düzeyi
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	
Tutum Puanı	3.00	,165	3.00	,202	27	26	,082	,935	$p > .05$

Araştırmanın onuncu alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, kontrol grubunun ön test ve son test fizik laboratuvarına ilişkin tutum puanı ortalamaları karşılaştırıldığında hem ön test hem de son test ortalamasının (3,00) olduğu görülmektedir. Bu fark(0,00) puan olup, t-değeri (0,082) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,935) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten çok daha büyük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin, kontrol grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumunda anlamlı bir değişim sağlamadığı söylenebilir.

4.12. On Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin ön test ve son test puanları açısından, simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 17’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 17

Deney Grubunun Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterliklerinin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Deney	Ön Test		Son Test						Anlamlılık	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	Düzeyi	Cohen d
BİT Puanı	3,93	,61	4,30	,68	26	25	-2,96	.007	p<.05	0.57

Araştırmanın on birinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, deney grubunun ön test ve son test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (3,93), son test ortalamasının ise (4,10) olduğu görülmektedir. Bu fark (0,37) puan olup, t-değeri (-2,96) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,007) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten küçük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmaktadır ($p < 0,05$). Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubu öğrencilerinin BİT yeterliklerini anlamlı derecede artırdığı söylenebilir. Ayrıca, Cohen d değeri (0,57)’dir; bu da farkın orta büyüklükte olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, simülasyon laboratuvarı uygulamasının deney grubunun bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliklerinde anlamlı bir artış sağladığı söylenebilir.

4.13. On İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliğine ilişkin ön test ve son test puanları açısından, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 18’de gösterildiği şekildedir.

Tablo 18

Kontrol Grubunun Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterliklerinin Ön Test Son Test Verilerinin Bağımlı Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Kontrol	Ön Test		Son Test						Anlamlılık Düzeyi
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	N	df	t	p	
BİT Puanı	3.86	,44	4.19	1,01	27	26	-1,78	.085	p>.05

Araştırmanın on ikinci alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, kontrol grubunun ön test ve son test bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (3,86), son test ortalamasının ise (4,19) olduğu görülmektedir. Bu fark (0,33) puan olup, t-değeri (-1,78) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,085) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin, kontrol grubu öğrencilerinin BİT yeterliliklerinde anlamlı bir değişim sağlamadığı söylenebilir.

4.14. On Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Optik başarısına ilişkin kalıcılık testi puanları açısından kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemiyle öğrenim gören kontrol grubu öğrencileri ile simülasyon destekli laboratuvar uygulaması ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” bu probleme cevap bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 19’da gösterildiği şekildedir.

Tablo 19

Deney ve Kontrol Gruplarının Optik Başarısına İlişkin Kalıcılık Testi Puanlarının Bağımsız Gruplar t-testi ile Karşılaştırılması

Kalıcılık testi	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlılık Düzeyi
Deney	26	3,25	1,06	51	-,277	,783	p>.05
Kontrol	27	3,33	,86				

Araştırmanın on üçüncü alt problemine cevap bulmak amacıyla yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucunda, kontrol grubunun ön test ve son optik başarısına ilişkin kalıcılık testi puanı ortalamaları karşılaştırıldığında, ön test ortalamasının (3,86), son test ortalamasının ise (4,19) olduğu görülmektedir. Bu fark (0,08) puan olup, t-değeri -(0,277) olarak hesaplanmıştır. p-değeri ise (0,783) bulunmuş ve bu değer, genellikle kabul edilen anlamlılık eşiği olan 0,05’ten büyük olduğu için, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, simülasyon destekli laboratuvar ile, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemine kıyasla optik başarının kalıcılığı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı söylenebilir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma ve Sonuçlar

Bu bölümde üniversite 2.sınıfta eğitim gören fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar uygulaması ve simülasyon destekli laboratuvar uygulamalarından elde edilen sonuçlar verilmiştir. Kontrol ve deney grubuna ayrılan öğrenciler için öne sürülen on üç alt probleme ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemine yönelik deney ve kontrol grubu öğrencilerinin optik başarı puanlarına ait ön test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Uygulama öncesi anlamlı bir farkın olmaması optik konusu ile ilgili her iki grubun bilgi düzeylerinin homojen olduğunu ifade etmektedir. Literatürde genel olarak uygulama öncesi grupların arasında anlamlı farkın olmadığı görülmektedir. Erdoğan (2022), geometrik optik konularına yönelik bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrencilerin kavramsal anlayışları ve başarıları üzerindeki etkilerini incelediği araştırmasında, deney ve kontrol gruplarına uygulamadan önce yapılan ön testin sonuçlarına bakmış. Yapılan bağımsız örneklem t-testi ile her iki grubun ön bilgilerinin arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiş.

Araştırmanın ikinci alt problemine yönelik deney ve kontrol gruplarının optik başarısına ilişkin verilerinde istatistiksel olarak ön test de olduğu gibi anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum laboratuvar etkinliğinden sonra yapılan sanal etkinliklerin yalnızca yüz yüze deney yapılan gruba göre başarıda anlamlı bir fark olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Literatüre bakıldığında uygulamaların her zaman olumlu sonuçlar ortaya koymadığı görülmektedir. Karakaş ve Özerbaş (2020) öğrencilere uyguladığı artırılmış gerçeklik uygulaması sonrasında yaptığı son testte iki grup arasında fizik dersi başarıları açısından anlamlı bir farkın olmadığını ve artırılmış gerçeklik uygulamasının fizik

başarısında geleneksel öğretiminden üstün olmadığını belirtmiştir (Karakaş ve Özerbaş, 2020).

Araştırmanın üçüncü alt problemine yönelik yapılan deney ve kontrol gruplarının fizik laboratuvarına ilişkin tutumlarının istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Bu sonuç, araştırma sürecinin başında, yani uygulamaya başlamadan önce, deney ve kontrol gruplarının fizik laboratuvarına yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, her iki grubun da başlangıçta benzer tutumlara sahip oldukları söylenebilir. Literatüre bakıldığında benzer sonuçların olduğu görülmektedir. Literatürde de birçok çalışmada uygulama öncesinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı görülmektedir. Bal (2012), yaptığı çalışmada da uygulama öncesinde öğrencilerin fizik laboratuvarına karşı tutumlarını tespit etmek amacı ile yapmış olduğu bağımsız gruplar t-testinde deney grubunun tutum ortalamalarının, kontrol grubunun tutum ortalamalarına göre daha yüksek olduğunu ancak bu değer anlamlılık için kabul edilen sınırdan büyük olması aradaki farkın anlamlı olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durumda uygulama öncesinde her iki grubunda fizik laboratuvarına karşı benzer tutumlar sergilediğini ortaya koymuştur. (Bal,2012).

Araştırmanın dördüncü alt problemine yönelik deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumlarının son test puanları karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz, iki grup arasında küçük bir fark olduğunu ortaya koymuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Simülasyon destekli laboratuvarın, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemine göre öğrencilerin fizik laboratuvarına yönelik tutumlarına istatistiksel olarak anlamlı şekilde değiştirmedeği şeklinde yorumlanabilir. Literatürde de uygulama sonrası gruplar arasında anlamlı fark olmadığı araştırmalar bulunmaktadır. Çetin ve Cengiz (2021) yaptığı çalışmanın nicel veri analizi sonucunda, öğretmen adaylarının tutumlarına ilişkin uygulama sonrası iki grup arasında anlamlı fark olmadığı ve öğrencileri tutumlarının değişmediği sonucuna varmıştır. Bu sonucun hem uygulamanın zaman olarak az olduğu hem de ders ile paralel olarak yapıldığı için olduğu düşünülmektedir(Çetin ve Cengiz, 2021).

Araştırmanın beşinci alt problemine yönelik yapılan deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği ön test puanları karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz, iki grup arasındaki farkın çok küçük olduğunu ve istatistiksel olarak

anlamli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgu, her iki grup arasında bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlilikleri açısından anlamlı değer bir fark değeri bulunmadığını ortaya koymaktadır. Literatürde benzer sonuçların olduğu görölmektedir. Soylu (2019) yaptığı öğretmen adayları için bit yeterlilik algısı ölçeğinde uygulama öncesinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığını ve yeterlilik algılarının benzer olduğunu bulmuştur (Soylu, 2019).

Araştırmanın altıncı alt problemi doğrultusunda yapılan deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlilikleri son test puanları karşılaştırılmıştır. Deney grubunun son test puanları, kontrol grubuna kıyasla küçük bir farkla daha yüksek olmuştur. Ancak, yapılan istatistiksel analizler sonucunda, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Simölasyon laboratuvarı uygulamasının kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar uygulamasına göre bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir. Literatürde benzer sonuçlar görölmektedir. Bibi, Ahmed ve Shafig (2024) üniversite düzeyinde bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) kullanım düzeyi ile öğrenci başarıları arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında, BİT kullanım düzeyleri ile öğrenci başarıları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını ortaya koymuştur (Bibi, Ahmed ve Shafig, 2024).

Araştırmanın yedinci alt problemi doğrultusunda yapılan deney grubunun optik başarı puanları ön test ve son test arasında karşılaştırılmıştır. Son test puanlarının ortalaması, ön test puanlarına kıyasla belirgin bir şekilde daha yüksek çıkmıştır. Bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görölmüştür. Bu da simölasyon laboratuvarı uygulamasının deney grubu öğrencilerinin optik başarısını anlamlı derecede artırdığını göstermektedir. Simölasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubunun optik başarısına önemli bir olumlu katkı sağladığı ve uygulamanın etkisinin güçlü bir şekilde göröldüğü söylenebilir. Literatürde de yapılan çalışmaların genelinde uygulanan yöntemlerin başarıya anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Emrahoğlu ve Bülbül (2010) yaptığı çalışmasında uygulama yaptığı tüm analizler sonucunda deney gruplarının optik başarı testine ilişkin ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu bulmuştur (Emrahoğlu ve Bülbül, 2010).

Araştırmanın sekizinci alt problemi doğrultusunda yapılan kontrol grubunun optik başarı puanları ön test ve son test arasında karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, kontrol

grubunun ön test ve son test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin kontrol grubu öğrencilerinin optik başarısını istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırdığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin optik başarı üzerinde geniş ve güçlü bir etki yarattığını ve öğrencilerin başarı seviyelerinde anlamlı bir artış sağladığını ifade etmektedir. Karakaş ve Özerbaş (2020) çalışmasında kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeyleri ön test ve son testle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin başarılarında önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, geleneksel öğretim yöntemlerinin de kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etki sağladığını göstermektedir (Karakaş ve Özerbaş, 2020).

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi doğrultusunda yapılan deney grubunun fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları arasında bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubu öğrencilerinin fizik laboratuvarına karşı tutumlarını anlamlı bir şekilde iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubunun fizik laboratuvarına yönelik tutumlarında orta dereceli bir iyileşme sağladığını ifade etmektedir. Simülasyon laboratuvarı uygulamasının, deney grubunun fizik laboratuvarına karşı tutumlarında anlamlı bir iyileşme sağladığı ve uygulamanın etkisinin orta derecede belirgin olduğu söylenebilir. Akçayır (2016), fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisini araştırdığı çalışmasında deney grubunun fizik laboratuvarına karşı tutumlarının ön test-son test verilerine ilişkin yaptığı analizde anlamlı bir fark olduğunu bulmuştur ve etki düzeyinin orta etki de olduğunu belirtmiştir (Akçayır, 2016).

Araştırmanın onuncu alt problemi doğrultusunda yapılan kontrol grubunun fizik laboratuvarına yönelik tutum puanları istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar uygulamasının öğrencilerin tutumlarında belirgin bir değişiklik sağlamadığını ve tutumları üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığını göstermektedir. Ancak bu, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı yöntemlerin her zaman etkisiz olduğu anlamına gelmemekle birlikte, bu çalışma özelinde anlamlı bir fark gözlemlenmediği vurgulanmaktadır. Literatürde bu sonuca benzer sonuçlar elde edilmiştir. Literatürde bu sonuca benzer sonuçlar elde edilmiştir. Arslan ve Zengin (2016), fen öğretimi laboratuvar uygulamaları dersinde öğrenci

tutumlarına etkisi araştırdığı çalışmasında kontrol grubunun fizik laboratuvarına tutumlarında ön test-son test açısından anlamlı bir fark olmadığını belirtmiştir (Arslan ve Zengin, 2016).

Araştırmanın on birinci alt problemi doğrultusunda yapılan deney grubunun bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlilikleri puanları istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarı uygulamasının, öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerinde orta dereceli bir artış sağladığını ve bu alandaki becerilerinde anlamlı bir gelişim yaşandığını göstermektedir. Bu sonuç, simülasyon laboratuvarının eğitim sürecinde önemli bir katkı sağladığını göstermektedir. Erdoğan ve Aydın Şengül (2021), bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlilik algılarının öğretmen adaylarının becerileri üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında, ön test ve son test sonuçları arasındaki farkları karşılaştırmış. Yapılan analizler sonucunda, öğretmen adaylarının deneysel işlem öncesi ve sonrasındaki problem çözme beceri puanlarında anlamlı bir değişiklik olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın on ikinci alt problemi doğrultusunda kontrol grubunun bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlilikleri puanları istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yönteminin, kontrol grubunun bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliliklerinde anlamlı bir değişim sağlamadığı söylenebilir. Bu bulgu, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar uygulamasının BİT yeterliliklerinde dikkate değer bir gelişim yaratmadığını göstermektedir. Rohatgi, Scherer ve Hatlevik (2016), öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmadaki öz yeterlilikleri belirlemek için yaptığı çalışmasında istatistiksel sonuçlar doğrultusunda bilgi iletişim ve teknolojisi yeterlilikleri açısından pozitif bir ilişki olduğunu belirtmiştir (Rohatgi, Scherer ve Hatlevik, 2016).

Araştırmanın on üçüncü alt problemi doğrultusunda yapılan deney ve kontrol gruplarının optik başarısına ilişkin kalıcılık testi puanları karşılaştırılmıştır. Her iki grup arasında kalıcılık testi puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Simülasyon laboratuvarı uygulamasının, kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemine kıyasla optik başarının kalıcılığı üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir. Bu bulgu, simülasyon laboratuvarı öğrencilerin uzun vadeli öğrenme kalıcılığı üzerinde kapalı uçlu deney tekniğine dayalı yöntemlere göre belirgin bir etki sağlamadığını göstermektedir. Ancak, her iki yöntem de kalıcılık açısından benzer

sonuçlar sunmakta, dolayısıyla her iki eēitim yaklaşımının da ērencilerin ērenme sūrelerinde geerliliēe sahip olduēu söylenebilir. Literatūrede de benzer sonuçların olduēu grlmektedir. Güvercin (2010), fizik ēretiminde geleneksel yöntem ile simülasyon destekli yazılımın etkisini incelediēi çalışmasında, ērencilere uyguladıēı kalıcılık testinin sonuçlarına ilişkin, ön test ve son test arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir. Bu durumu açıklarken, ērencilerin kalıcı ērenme ve olumlu tutum deēiřiklikleri saēlamak için daha uzun süreli çalışmalar yapılmasına gerek duyduēunu ifade etmiştir.

5.2. neriler

Bu bölümde, araştırmanın bulguları ve sonuçları ışığında simülasyon ve kapalı uçlu laboratuvar uygulamaları üzerine çalışma yapmayı planlayan yeni araştırmacılara yönelik öneriler ve görüşler sunulmaktadır.

1. Üniversite seviyelerinde, deney malzemelerinin eksikliēi, deneylerin tehlikeli veya yüksek maliyetli olması ya da sahici laboratuvar ortamlarında yapılamayacak durumlarla karşılaşıldığında, alternatif olarak simülasyon laboratuvarı uygulamaları tercih edilebilir.

2. Tutum deēiřiklikleri için geçen srelerin önemli olduēu gz önünde bulundurulmalıdır. Srelerin etkin bir şekilde uzatılması, ērencilerin tutumlarında olumlu deēiřimlerin meydana gelmesine olanak tanıyabilir.

3. Simülasyon laboratuvarı uygulamaları, devamlı gelişen teknoloji sayesinde eēitim ve teknolojiyi bir araya getirerek eēitim hayatına entegre olur ve Fen Bilimleri derslerini daha ilgi çekici hale getirir. Üniversitelerde mevcut bilişim sınıflarına uygun simülasyonlar eklenerek, ērencilerin bilgisayar kullanım becerileri desteklenebilir.

4. Son dönemde internet üzerinde hem bireysel hem de niversiteler tarafından geliştirilen birçok simülasyon laboratuvarı uygulaması içeren site bulunmaktadır. Ancak, bu siteler arasında etkili ērenmeyi saēlayacak nitelikte olanların seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

5. Bu araştırma, yalnızca optik konuları üzerine odaklanmıştır. Ancak, benzer çalışmaların farklı fizik konularında da yapılması faydalı olabilir. Özellikle, simülasyon laboratuvarı uygulamaları ile kapalı uçlu deney tekniğine dayalı laboratuvar yöntemlerinin karşılaştırılması, diğer fizik alanlarında da derinlemesine incelenerek, her iki yöntemin etkinlikleri ve avantajları daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilir.



KAYNAKLAR

- Akar, B., Güneş, İ., & Yıldırım, İ. (2023). Yenilenmiş bloom taksonomisine göre vücudumuzdaki sistemler başarı testi geliştirme çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(12), 161-183. <https://doi.org/10.56677/mkuefder.1369107>
- Akbulut, H. İ., & Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir? İlköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik bir çalışma. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/1728/21171>
- Akçay, M. (2019). *Bilgisayar destekli öğretim ile laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin ders başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/253483>
- Akçayır, M. (2016). *Fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisi*. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/351554>
- Akgun, N., & Gul, S. (2024). Developing an achievement test on the subject of 'Circulatory System' for sixth graders. *Science Insights Education Frontiers*, 20(2), 3247-3262. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1416928>
- Alkan, F., & Erdem, E. (2012). Laboratuvar becerilerine yönelik tutum ölçeği geliştirme çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı, 1*, 22-31. http://efdergi.hacettepe.edu.tr/shw_artcl-605.html
- Alkan, M. F., & Emmioğlu Sarıkaya, E. (2018). Öğretmen adayları için bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri ölçeğinin Türk kültürüne uyarlanması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 665-691. <https://doi.org/10.14686/buefad.375745>
- Arslan, A., & Zengin, R. (2016). Birlikte Öğrenme Yönteminin Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları Dersinde Öğrenci Tutumlarına Etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 11(19). <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.11189>

- Aydın, S., & Öztekin, S. (2018). Üç aşamalı tanı testi ile fen lisesi öğrencilerinin geometrik optik konusundaki zihinsel modellerin belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 155-172. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uebt/issue/41983/505821>
- Aydın, Ş. Z. N. (2018). *Fen bilgisi dersi öğretiminde sanal laboratuvar uygulamasının kullanılması ve değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/132111>
- Aydoğmuş, M., & Karadağ, Y. (2020). Öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) yeterlikleri: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 686-705. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.715457>
- Bal, E. (2012). *5E Modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının fizik laboratuvarı dersinde fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/100743>
- Bibi, S., Ahmed, S. ve Shafiq, A. (2024). Bilgi ve İletişim Teknolojilerini (BİT) Kullanma Düzeyi ile Öğrencilerin Başarısı Arasındaki İlişki. *Asya Büyük Veri Yönetimi Bülteni*, 4 (02), Science-4. <https://doi.org/10.62019/abbdm.v4i02.174>
- Bilal Önder, E., Tanel, Z., & Tanel, R. (2023). Fizik Öğretmen Adaylarının Gerçek ve Sanal Fizik Deneylerine İlişkin Görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*(55), 168-193. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1212278>
- Birekul, B. (2024). *Uzaktan eğitim platformlarındaki kullanıcı arayüz tasarımları ve değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Grafik Anabilim Dalı, Konya. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/18861>
- Başol, G. (2022). *Araştırmacılar için istatistik* (3. baskı). PEGEM.
- Bozkurt, E. (2008). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi* (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı). <https://hdl.handle.net/20.500.12395/518>

- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (28. baskı). PEGEM.
- Büyüköztürk, Ş. (2013). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (8. baskı). PEGEM.
- Cansever, S. (2022). *Fen eğitiminde laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.
- Cohen, J. (1998). The analysis of variance. In *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed., pp. 274-287). Lawrence Erlbaum Associates.
- Çakıcı, Y. (2013). Fen eğitiminde bir önkoşul: Bilimin doğasını anlama. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 29(29), 57-74. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruaebd/issue/370/2114>
- Çakır, N. K., Şenler, B., & Taşkın, B. G. (2007). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının belirlenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 637-655. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/256333>
- Çalışkan, H. (2000). Bilgisayar Destekli Öğretimin Tasarımında Öğrenme Bağlamı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(8), 14-20. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11135/133171>
- Çardak, Ç. S., & Selvi, K. (2018). Öğretim ilke ve yöntemleri dersi için bir başarı testi geliştirme süreci. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(26), 379-406. <https://kiymetselvi.com/PDF/A13.pdf>
- Çavaş, B. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojileri ile bütünleştirilmiş fen bilgisi öğrenme ortamı üzerine bir araştırma. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, (21). <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=015692fb-e440-42f1-bed8-696dd5dee0a5%40redis>
- Çelik, H., Köken, O., & Kanat, B. (2021). Fen bilgisi öğretmenlerinin sorgulayıcı yaklaşıma uygun laboratuvar kullanım yeterlikleri ve karşılaşılan sorunlar. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 196-223. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gebd/issue/64310/954657>

- Çepni, S. (2016). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi* (14. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çetin, A., & Cengiz, M. (2021). Laboratuvar Uygulamalarının Dokular Konusunda Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarına ve Tutumlarına Etkisi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 37-45. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/egitim/issue/58093/792783>
- Çiçek Şentürk, Ö., & Selvi, M. (2021). Fen Bilimleri dersi “İnsan ve Çevre” ünitesi akademik başarı testi geliştirme: Güvenirlilik ve geçerlik çalışması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(2), 601-630. <https://doi.org/10.17152/gefad.940400>
- Dağ, M., & Karamustafaoğlu, S. (2023). “Maddenin Özellikleri” ünitesi: Başarı testi geliştirme ve öğrenci başarısını belirleme. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(237), 221-254. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1076053>
- Dağdalan, G., & 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. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fbod/issue/71996/1158045>
- Demir, S., Büyük, U., & Koç, A. (2012). Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmenlerinin Laboratuvar Şartları ve Kullanımına İlişkin Görüşleri ile Teknolojik Yenilikleri İzleme Eğilimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 66-79. <https://doi.org/10.17860/efd.02843>
- Ekici, M. (2015). *Fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar hakkındaki görüşleri ve bu yöntemden faydalanma düzeyleri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/709094>

- Emrahoğlu, Y. N., & Bülbül, O. (2010). 9. Sınıf Fizik Dersi Optik Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Kullanılan Animasyonların Ve Simülasyonların Akademik Başarıya Ve Akılda Kalıcılığa Etkisinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 409-422. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cusosbil/issue/4385/60238>
- Erdoğan, Ş. (2022). *Geometrik optik konularında hazırlanmış bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrencilerin kavramsal anlamaları ve başarıları üzerine etkisi*. [Doktora Tezi]. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. <https://hdl.handle.net/20.500.12395/50740>
- Erdoğan, F., & Aydın Şengül, Ö. (2021). Akran Dönütü Desteği İle Tasarmlanan Dijital Öğretim Materyallerinin Problem Çözmeye Ve Bilgi-İletişim Teknolojileri Yeterlilik Algılarına Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 11(1), 129-159. <https://doi.org/10.17943/etku.791024>
- Erkuş, A. (2012). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme I: Temel kavramlar ve işlemler*. (7. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Eryılmaz Muştı, Ö., Ertaş Kılıç, H., & Şen, A. İ. (2018). Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisanslarının Açık Uçlu Deneylere İlişkin Görüşleri: Deney Günlükleri. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 8(3), 158-175. <https://doi.org/10.19126/suje.396994>
- Gericke, N., Högrström, P., & Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 59(2), 245-285. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- Güngören, S., (2019). *Erken Çocukluk Döneminde Bilimsel Düşüncenin Gelişimi ve Öğretimi*. *Erken Çocukluk Döneminde Fen Eğitimi* (pp.23-58), Nobel.
- Günlü, E. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin sanal laboratuvar kullanımının fen öğreniminde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Mersin. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/218642>

- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Sosyal Bilimler Enstitüsü. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/362185>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty- first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Irmak, B., & Demirci Güler, M. P. (2018). Fen eğitiminde teknoloji kullanımı üzerine yapılan çalışmaların içerik analizi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 2473-2496. <https://doi.org/10.29299/kefad.2018.19.03.019>
- İnci Koç Ünal, & Renan Şeker. (2020). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrenci akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi: Elektrik ünitesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 504-543. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/57218/808092>
- Karakaş, M., & Özerbaş, M. (2020). Fizik Dersinde Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 10(2), 452-468. <https://doi.org/10.17943/etku.691179>
- Karslı Baydere, F., & Şahin Çakır, Ç. (2019). Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri Öz Yeterliliklerine Etkisi. *Online Science Education Journal*, 4(2), 117-130. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ofed/issue/50430/595823>
- Koç, M. (2023). *Uzaktan eğitim sürecinde fen bilimleri dersindeki etkinliklere ilişkin sınıf öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı, Konya. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/18441>
- Korukluoğlu, P., & Şen, A. İ. (2024). Türkiye’de öğretmen adaylarına yönelik bilgi iletişim teknolojileri araştırmalarının sistematik incelemesi: 2014-2023. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(2), 1049-1087. <https://doi.org/10.17152/gefad.1434130>

- Kurtoğlu Erden, M., & Uslupehlivan, E. (2020). Eğitimde teknoloji kullanımının bugünü ve geleceğine ilişkin öğretmen adaylarının düşüncelerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(1), 109-126. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/usaksosbil/issue/55286/664808>
- Minaslı, E. (2009). *Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi. <https://www.proquest.com/docview/2606883134?accountid=16268&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>
- Nuhoğlu, H., & Yalçın, N. (2004). Fizik laboratuvarına yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 317-327. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/57226/808307>
- Oymak, O. (2018). *Fizik eğitiminde laboratuvar destekli öğretim ile teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve fizik dersine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/474142>
- Özen, O., & Mert, O. (2024). Uluslararası standartlar yönünden eğitim yöneticilerinin 21. yüzyıl becerileri doğrultusunda bilgi iletişim teknolojileri yeterlilikleri. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 13(1), 349-370. <https://doi.org/10.7884/teke.1368483>
- Özkara, Z. (2024). Dijital dönüşüm çağında gerçekçi senaryoların kullanımı: modern eğitim yöntemi olarak simülasyon tabanlı eğitimler üzerine bir inceleme. *International Journal of Media Culture and Literature*, 9(2), 169-189. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijmcl/issue/86694/1512208>
- Pak, T., Çevik, A. & Kaya, H. (2023). Fen eğitiminde bilgisayar destekli ve proje tabanlı öğretim yöntemlerinin akademik başarıya etkisinin incelenmesi. *Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi / Electronic Journal of Social Sciences*. https://sbedergi.com/?mod=makale_tr_ozet&makale_id=69843#

- Pekbay, C., & Kaptan, F. (2014). Fen eğitiminde laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili fen bilgisi öğretmen adaylarının farkındalıklarının artırılması: Nitel bir çalışma. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-11. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kebd/issue/67214/1049071>
- Rohatgi, A., Scherer, R., & Hatlevik, O. E. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103-116. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.08.001>
- Rohim, F. (2020). Need analysis of virtual laboratories for science education in Jambi, Indonesia. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 4(2), 1-10. <https://www.semantic scholar.org/paper/Need-Analysis-of-Virtual-Laboratories-For-Science-Rohim/e1f8211d1c55fb1b317dd9e568fa8bf6fb310a52?p2df>
- Şengören, S. K. (2006). *Optik dersi ışıқта girişim ve kırınım konularının etkinlik temelli öğretimi: İşbirlikli öğrenme yönteminin etkilerinin araştırılması* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/optik-dersi-ışıkta-girişim-ve-kırınım-konularının/docview/2957145394/se-2?accountid=16268>
- Sert Çıbık, A., İnce Aka, E., & Kayacan, K. (2016). Genel fizik laboratuvarı-II dersinde kullanılan proje tabanlı öğretim yönteminin öz-yeterlik, tutum ve başarıya etkisi. [Journal Name, Volume(Issue), Pages]. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/2110>
- Soğukpınar, R., & Gundogdu, K. (2020). Fen Bilimleri Dersi ve Laboratuvar Uygulamalarına Yönelik Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri: Bir Durum Çalışması. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*(8), 275-294. <https://doi.org/10.21733/ibad.733953>
- Som, İ. (2014). Ortaöğretim öğrenme-öğretme süreçlerinin bilgi ve iletişim teknolojileriyle bütünleştirilmesinde karşılaşılan problemler ve çözüm yolları. [Journal Name, Volume(Issue), Pages]. <http://acikerisim.akdeniz.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/2356>

- Soylu, M. S. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik eğitim programının okul öncesi öğretmen adaylarının tutum ve görüşlerine etkisi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. <https://hdl.handle.net/11499/3867>
- Sürücü, A., Özdemir, H., Bilen, K. & Köse, H. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(6 Issue 2), 843-852. 10.9761/jasss_614
- Şahin, F., & Usta Gezer, S. (2014). The Effects of Reflective Inquiry Based Activities' on Preservice Science Teachers' Biology Laboratory Concerns and Critical Thinking Dispositions. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(27), 25-50. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sakaefd/issue/11232/134197>
- Şimşek, F. (2017). Fen bilimleri dersinde animasyon ve simülasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve bilgilerin kalıcılığı üzerine etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 3(3), 112-124. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uebt/issue/33648/373238>
- Tan, M., & Temiz, A. G. B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11130/133117>
- Taşlıdere, E., & Korur, F. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumları: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(23), 295-318. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mauefd/issue/19396/206052>
- Tekin, H. (2011). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (5. Baskı). Yargı Kitap ve Yayınevi.
- Telli, A., Yıldırım, H. İ., Şensoy, Ö., & Yalçın, N. (2004). İlköğretim 7. sınıflarda basit makineler konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3). <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6758/90903>

- Timur, S., Önder, E. Y., Timur, B., & Ekici, M. (2020). Development of Science Achievement Test Including the Units of "States of Matter and Heat" and "Electricity in Our Life". *International Journal of Progressive Education*, 16(1), 1-10. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1244893>
- Tondeur, J., Aesaert, K., Pynoo, B., Braak, J. v., Fraeyman, N., & Erstad, O. (2017). Developing a validated instrument to measure preservice teachers' ICT competencies: Meeting the demands of the 21st century. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 462–472. doi:10.1111/bjet.12380
- Turanlı, N., Türker, K. N., & Keçeli, V. (2008). Matematik alan derslerine yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 254-262. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hunefd/issue/7802/102259>
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (2. Baskı). Pegem Akademi.
- Uyanık, G. (2017). İlkokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumları ile akademik başarıları arasındaki ilişki. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 10(1), 86-93. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubav/issue/27928/296802>
- Ünal, İ. K., & 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. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefad/issue/57218/808092>
- Yazıcı, M., & Kurt, A. (2018). Ortaokul Fen Bilimleri Dersinde Laboratuvar Kullanımının Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri Doğrultusunda İncelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 295-320. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/befdergi/issue/38072/376974>
- Yıldırım, H., Doğan, A., Sungur, E. N., & Eroğlu, P. (2024). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar kullanımına yönelik öz yeterlilikleri: Kurumsal geliştirme örneği. *Aueyk Özet Bildiri Kitabı-2024*, 7.

- Yıldız, E., Aydoğdu, B., Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2015). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen deneylerine yönelik tutumları. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 71-86. <https://www.izmirakademi.org/iad/paper/296/3824/51416>
- Yılmaz, A. (2024). Öğretmenlerin fen eğitiminde yapay zekâ, transhümanizm ve yaratıcılık uygulamalarını kullanmalarının güçlü ve zayıf yönleri. *International journal of eurasia social sciences/uluslararası avrasya sosyal bilimler dergisi*, 14(55). https://www.ijoess.com/Makaleler/447627446_2.%2017-36%20adem%20y%c4%b1lmaz.pdf
- Yılmaz, A., & Morgil, F. İ. (1999). Kimya öğretmenliği öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarında kullandıkları laboratuvarın şimdiki durumu ve güvenli çalışmaya ilişkin öğrenci görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 104-109. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/88071>

EKLER

EK – 1. Etik Kurul Araştırma İzni

Eknek Tarih ve Sayısı : 22/12/2022-E.262335

T.C. İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE ETİK KURULU Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma Etik Kurulu		
Oturum Tarihi : 15/12/2022	Oturum Sayısı : 23	Karar Sayısı : 2022/23-34
Etik Açından Uygun		
Çalışma Adı	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Laboratuvar Yöntemi İle Uygulanan Optik Konularında Simülasyonun Etkisi	
Araştırmacılar	Yüksek lisans Öğrencisi Rümeysa Ayça Akbay (Yardımcı Araştırmacı) Prof.Dr. Nevzat Bayrı (Danışman) Prof.Dr. Nevzat Bayrı (Yürütücü)	
Başkan Kurul Üyesi Prof.Dr. Mehmet ÜSTÜNER Kurul Üyesi Prof.Dr. Mehmet GÜNGÖR Kurul Üyesi Prof.Dr. Süleyman ÇALDAK Kurul Üyesi Prof.Dr. Nesrin SİS Kurul Üyesi Prof.Dr. Mehmet ÖNAL Kurul Üyesi Prof.Dr. Lütüye ÖZDEMİR Kurul Üyesi Prof.Dr. Yusuf BATAR Sekreter Mehmet YILMAZ		

E-İmzalıdır.
 Etik Kurul Başkanı
 Mehmet ÜSTÜNER

EK – 2. Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Uyumlu Belirtke Tablosu

	Bilişsel Süreç Boyutu					
Bilgi Boyutu	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma
Olgusal Bilgi	1,5,7,8,9,12,16,19,20					
Kavramsal Bilgi		2,4,6,11,15,17				
İşlemsel Bilgi			3,14	10,13,18		
Üst bilişsel Bilgi						

EK – 3. Optik Başarı Testi (OBT)

OPTİK BAŞARI TESTİ

Sevgili öğrenciler,

Bu testteki sorular, sizlerin optik konusuna yönelik başarı düzeyinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli sorularda her sorunun bir doğru cevabı bulunmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sizden soruları dikkatli bir şekilde cevaplandırmanız istenmektedir. Elde edilen veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır. Katkılarınız için teşekkürler.

1) “Gökyüzüne bakıldığında tonu değişse de genellikle mavi renkte görünür.”

Gökyüzünün mavi renkte görünmesinde etkili olan ışık olayı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Atmosferdeki azot ve oksijen gibi moleküllerin, mavi dışındaki ışığı soğurması
- B) Atmosferdeki azot ve oksijen gibi moleküllerin; mor, mavi ve yeşil ışığı diğerlerine göre daha fazla saçması
- C) Atmosferdeki azot ve oksijen gibi moleküllerin, sadece kırmızı ışığı kırınıma uğratması
- D) Atmosferdeki azot ve oksijen gibi moleküllerin, kırmızı ışığı yansıtması
- E) Atmosferdeki azot ve oksijen gibi moleküllerin, sadece mavi ışığı kırınıma uğratması

2) I. Fiber optik kablolarda veri iletimi

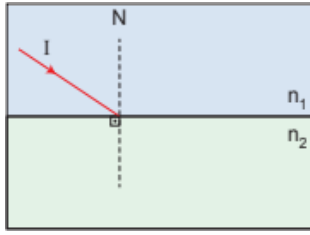
II. Sıcak bir asfaltın üzerinde su birikintisi varmış gibi görülmesi

III. Havuz tabanındaki ışık kaynağının su yüzeyinde belli bir bölgeyi aydınlatması

Yukarıdaki durumların hangilerinde ışığın tam yansımaları olayı gözlenir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3)



Kırılma indisleri arasındaki ilişki $n_2 > n_1$ olan ortamlardan n_1 den bir I ışını şekildeki gibi gönderiliyor.

Buna göre ışın ile ilgili;

I. Normale yaklaşarak kırılır.

II. Tam yansıma yaparak geldiği ortama geri döner.

III. n_2 ortamına geçtiğinde hızı artar.

ifadelerinden hangileri doğru olur?

A) Yalnız I
III

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) I ve III

4) Yapılan bir deneyde bir kutunun içine türü bilinmeyen bir ayna konulup bu aynaya lazer ışığı gönderiliyor. Gönderilen ışınlar ile yansıyan ışınlar için gelme açısı yansıma açısına eşit olarak ölçülüyor.

Buna göre, kutu içinde;

I. Düzlem II. Çukur III. Tümsek

aynalarından hangileri olabilir?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) II ve III

E) I, II ve III

5) Miyop göz kusuru, uzağı görmeme olayıdır. Miyop göz kusuruna sahip bir kişinin göz merceğinin eğriselliği değişir. Bizde bu kusuru düzeltmek için optik araçlardan yararlanırız.

Buna göre miyop göz kusuruna sahip bir kişi;

I. Yakınsak mercek yapısında lens,

II. İraksak mercek yapısında lens,

III. Konveks ayna,

Bu optik araçlardan hangilerini kullanabilir?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) Yalnız III

D) I ve II

E) II ve III

6) Günlük hayatta kullanılan düzlem aynaya, aynanın normali ile 45° açı yapacak biçiminde gelen ışınların aynaya çarptıktan sonra,

I. Frekansı

II. Doğrultusu

III. Aynanın sıcaklığı

Niceliklerinin hangilerinde değişme olur?

A) Yalnız I B) II ve III C) I ve III D) I ve II E) I, II ve III

7) Fizik öğretmeni Necati Bey, küresel aynalarla yaptığı bir deneyde çukur ayna olarak karşısına noktasal bir ışık kaynağı yerleştiriyor. Öğrenciler, kaynağın görüntüsünü aynanın içinde gördüklerini söylüyorlar.

Buna durumu üç öğrenci aşağıdaki gibi, izah ediyor. Bunlar;

I. Kaynaktan aynaya gelen ışınlar yansıdıktan sonra uzantıları kesişmiştir.

II. Görüntü zahiri (sanal)' dir.

III. Görüntünün aynaya uzaklığı, cismin aynaya uzaklığından küçüktür.

Olduğuna göre, hangi izahlar doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

8) Merceklerle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Miyop göz kusurları kalın kenarlı merceklerle düzeltilir.

B) Hipermetrop göz kusurları ince kenarlı merceklerle düzeltilir.

C) Büyüteçler kalın kenarlı merceklerle yapılır.

D) Merceklerle güneşten gelen ışınlar toplanarak, yoğun enerji elde edilebilir.

E) Mercekler, ışığın kırılması ilkesine göre çalışan optik araçlardır.

9) I) Girişim II) Dispersiyon III) Kırınım

olaylarından hangisi yalnızca ışığın dalga özelliği ile açıklanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

10) Hava ortamında yapılan çift yarıktaki kırınım deneyi düzeneğinde yeşil ve mavi renkli ışıklar aynı anda kullanılıyor. Buna göre ekran üzerinde hangi renkte saçaklar oluşabilir?

A) Mavi, yeşil ve cyan B) Kırmızı mavi cyan C) yeşil sarı mavi D) Kırmızı sarı mavi

E) Yeşil beyaz mavi

11) I. Çift yarıktaki girişim deneyinde ekran üzerinde aydınlık ve karanlık saçakların oluşması

II. Tek yarıktaki kırınım deneyinde ekran üzerinde aydınlık ve karanlık saçakların oluşması

III. Çift yarıktaki girişim deneyinde oluşan merkezî aydınlık saçığın tek yarıktaki kırınım deneyinde oluşan merkezî aydınlık saçaktan daha küçük olması

Yukarıdaki ifadelerden hangileri ışığın dalga özelliği gösterdiğinin bir kanıtıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

12) I. Elektrik ve manyetik alan dalgaları eş zamanlı değişir.

II. Enine dalgalardır.

III. Yüklü parçacıkların sabit hızlı hareket etmesi sonucu oluşur.

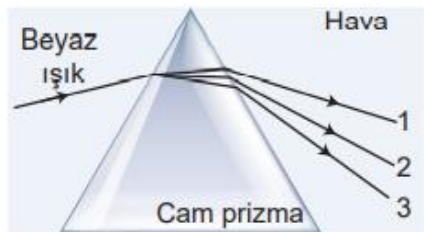
IV. Yayılabilmesi için maddesel ortam gerekir.

V. Polarize edilebilir.

Hangileri elektromanyetik dalgaların ortak özelliği değildir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve IV E) III ve IV

13) Hava ortamında bulunan cam prizmaya gönderilen beyaz ışığın kırılması şekildeki gibidir. 2 numaralı ışın yeşil renkte ise 1 ve 3 numaralı ışınların renkleri aşağıdakilerden hangileri olabilir?



- | | 1 | 3 |
|----|---------|---------|
| A) | Kırmızı | Turuncu |
| B) | Mavi | Mor |
| C) | Kırmızı | Mavi |
| D) | Mavi | Kırmızı |
| E) | Mor | Kırmızı |

14)



Kırmızı kitap üzerine sarı renkli bir ışık düşürülmektedir.

Yüzeye mavi camın arkasından bakan gözlemci kitabı hangi renkte görür? (Sarı=Kırmızı+Yeşil)

- A) Siyah B) Kırmızı C) Sarı D) Yeşil E) Mavi

15) Onur, daima düz ve kendisinden küçük görüntü elde etmek istiyor. Buna göre Onur,

I. Çukur II. Tümssek III. Düz aynalardan hangilerini kullanmalıdır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

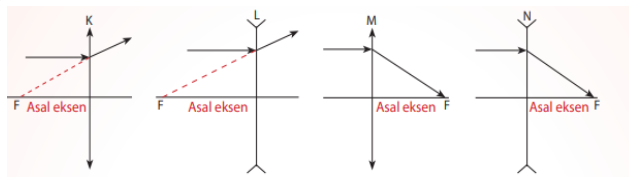
16) Aşağıda aynaların bazı özellikleri verilmiştir. I. Düz görüntü oluşması II. Düzgün yansıma yapması III. Görüntünün cisimden büyük oluşması IV. Görüntünün cisimden küçük oluşması Verilen özelliklerden hangileri düz, çukur ve tümssek ayna için ortak özelliktir?

- A) I ve II B) II ve IV C) Yalnız II D) I ve IV E) I,II ve III

17) Su dolu bir bardağın içindeki pipetin dışarıdan bakıldığında kırılmış gibi görünmesinin nedeni aşağıdaki ifadelerden hangisiyle açıklanabilir?

- A) Bardak, ışığı yansıttığı için
B) Su, ışığı farklı renklere ayırdığı için
C) Su dışında kalan pipet daha koyu olduğu için
D) Sudan havaya geçen ışık ışınları kırılmaya uğradığı için
E) Sudan havaya geçen ışık ışınları soğrulduğu için

18)



- A) K ve N B) Yalnız L C) L ve M D) K, M ve N E) K,L,M ve N

Hava ortamında bulunan merceklerle gönderilen K, L, M, N ışınlarından hangilerinin kırılması doğru gösterilmiştir? (F: Odak)

19) Büyüteç olarak kullanılan optik araç aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Düzlem ayna
- B) Çukur ayna
- C) Tümsek ayna
- D) Hava ortamındaki ince kenarlı mercek
- E) Hava ortamındaki kalın kenarlı mercek

20) I. Serap olayı

II. Görünür derinlik

III. Gökkuşağının oluşması

Yukarıda verilen olaylardan hangileri ışığın kırılması ya da tam yansıması sonucunda gerçekleşir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I ve III
- E) I, II ve III

CEVAP ANAHTARI																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
B	E	A	E	B	B	D	C	D	A	D	E	C	A	B	C	D	C	D	E

EK – 4. Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutum Ölçeği

FİZİK LABORATUVARINA YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçekteki maddeler, sizlerin Fizik Laboratuvarına yönelik algılarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ölçekteki maddeleri eksiksiz cevaplandırmanız istenmektedir. Elde edilen veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

Not: Her bir madde için bir seçeneği işaretleyiniz.

Adı-Soyadı:
Sınıfı:
No:

				
Kesinlikle atılmıyorum	Katılmıyorum	Ne katılıyorum ne katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum

Sizin için uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

						
1.	Teoremlerin dayandığı fiziksel mantığı öğrenmek isterim.	1	2	3	4	5
2.	Fizik laboratuvarına girdiğim zaman aletlerle ne tür deneyler yapıldığını merak etmem.	1	2	3	4	5
3.	Başkaları ile fizik deneyleri hakkında konuşmaktan hoşlanmam.	1	2	3	4	5
4.	Fizik laboratuvarı dersinde iyi notlar alacağımı düşünürüm.	1	2	3	4	5
5.	Fizik ile ilgili bilmediğim konuları, deney yaparak öğrenmek isterim.	1	2	3	4	5
6.	Fizik olaylarının sebebini sorgulamanın gereksiz olduğunu düşünürüm.	1	2	3	4	5
7.	Fizik deneylerini keşfederek yapmak isterim.	1	2	3	4	5

8.	Doğa olaylarını fizik bilgilerimi kullanarak anlamaya çalışmak hoşuma gider.	1	2	3	4	5
9.	Fizik hakkında ileri düzeyde çalışmayı düşünmem.	1	2	3	4	5
10.	Fizik laboratuvarında deneyleri bizzat kendim yapmak isterim.	1	2	3	4	5
11.	Fizik deneylerini anlamayacağımı düşünürüm.	1	2	3	4	5
12.	Derste çözümü yarım kalan fizik problemleri ile uğraşmak bana zevk verir.	1	2	3	4	5
13.	Fizik deneylerini öğrenmek zahmete değer bir uğraştır.	1	2	3	4	5
14.	Fiziği iyi bilmenin çalışma olanaklarımı arttıracığını düşünürüm	1	2	3	4	5
15.	Fizik deneylerinde bilinmeyi bulmaya çalışmak zaman kaybıdır.	1	2	3	4	5
16.	Fizik laboratuvarı dersine girmeden önce bilimsel hazırlık yapmanın gereksiz olduğunu düşünürüm.	1	2	3	4	5
17.	Fizik laboratuvarı dersinde başarılı olmak benim için çok önemlidir.	1	2	3	4	5
18.	Fizik laboratuvarı dersinde yapılan deneylerin hangi fizik olayını desteklediğini bilmek istemem.	1	2	3	4	5
19.	Fizik alanında iddialyım.	1	2	3	4	5
20.	Fizikle ilgili bilimsel makaleleri okurken sıkılırım.	1	2	3	4	5
21.	Yeni bir fizik deneyi ile uğraşırken rahat hissederim.	1	2	3	4	5
22.	Fizik deneyleri yapmak çok karmaşık bir iştir.	1	2	3	4	5
23.	Fizik laboratuvarı dersinde fizik bilgilerimin değiştiğini hissederim.	1	2	3	4	5
24.	Zorunlu olmasam fizik laboratuvarı dersine girmezdim.	1	2	3	4	5
25.	Fizik laboratuvarı dersinde arkadaşlarımla birlikte deney yapmaktan zevk alırım.	1	2	3	4	5
26.	Fizik laboratuvarı dersinde geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğunu düşünürüm.	1	2	3	4	5
27.	Fizik deneylerini öğrenip uygulamalarda başarıya ulaşınca deney yapma isteğim artar.	1	2	3	4	5
28.	Fizik laboratuvarı dersinin mesleğime katkısı yoktur.	1	2	3	4	5

29.	Bilmediğim bir fizik deneyi bende heyecan uyandırır.	1	2	3	4	5
30.	Fizikteki başarıyı insanların takdir etmesi hoşuma gider.	1	2	3	4	5
31.	Patlama ile sonuçlanan bir fizik deneyi bende heyecan uyandırmaz.	1	2	3	4	5
32.	Fizik deneylerinin sonucunun ne çıkacağını beklerken sabırsızlanırım.	1	2	3	4	5
33.	Fizik deneyleri yaparken, kafamda fizik kanunları ile ilgili herhangi bir soru oluşmaz.	1	2	3	4	5
34.	Fizik deneyleri yaparken, sonuca ulaşmada sıkıntılar yaşasam bile hedefe doğru ilerlemekten vazgeçmem.	1	2	3	4	5
35.	Fizik deneylerini anlamaya çalışmak zaman kaybıdır.	1	2	3	4	5
36.	Fiziği hayatım boyunca birçok yerde kullanacağıma inanırım.	1	2	3	4	5

EK – 5. Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Yeterlik Ölçeği

BİLGİ VE İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ YETERLİK ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçekteki maddeler, sizlerin Bilgi ve İletişim Teknolojileri yeterliğinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ölçekteki maddeleri eksiksiz cevaplandırmanız istenmektedir. Elde edilen veriler bilimsel amaçlar dışında kullanılmayacaktır.

Not: Her bir madde için bir seçeneği işaretleyiniz.

Saygılarımla,

Adı-Soyadı: Sınıfı: No:
--

				
Kesinlikle atılmıyorum	Katılmıyorum	Ne katılıyorum ne katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum

Sizin için uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

						
1.	Öğrencileri, Bilgi ve İletişim Teknolojilerini olumlu yönde kullanmaları için heveslendirebilirim.	1	2	3	4	5
2.	Öğrencilerin, Bilgi ve İletişim Teknolojilerini eleştirel tarzda kullanmalarını teşvik edebilirim.	1	2	3	4	5
3.	Öğrencilere, Bilgi ve İletişim Teknolojileri aracılığıyla bilgi / beceri alıştırmaları yapacakları etkinlikler sağlayabilirim.	1	2	3	4	5
4.	Öğrencilere, ders konularını Bilgi ve İletişim Teknolojileri ile öğrenebilecekleri etkinlikler sağlayabilirim.	1	2	3	4	5
5.	Öğrencilere, Bilgi ve İletişim Teknolojileri aracılığıyla fikirlerini yaratıcı bir biçimde ifade edebilecekleri imkânlar sunabilirim.	1	2	3	4	5

6.	Öğrencileri, Bilgi ve İletişim Teknolojileri aracılığıyla bilgi arama konusunda destekleyebilirim.	1	2	3	4	5
7.	Öğrencileri, Bilgi ve İletişim Teknolojileri yoluyla bilgi işleme ve yönetme konusunda destekleyebilirim.	1	2	3	4	5
8.	Öğrencilerin Bilgi ve İletişim Teknolojileri aracılığıyla bilgiyi sunmalarını destekleyebilirim.	1	2	3	4	5
9.	Öğrencilerin Bilgi ve İletişim Teknolojileriyle güvenli, sorumlu ve etkili bir şekilde iletişim kurmalarını destekleyebilirim.	1	2	3	4	5
10.	Öğrencileri, Bilgi ve İletişim Teknolojileri kullanarak birlikte çalışmaları konusunda destekleyebilirim.	1	2	3	4	5
11.	Öğrencileri, bilinçli bir şekilde Bilgi ve İletişim Teknolojilerini kullanma konusunda eğitebilirim (ergonomi, fikri mülkiyet, vb. konulara saygı duymaları konusunda).	1	2	3	4	5
12.	Belirli bir eğitim ortamını dikkate alarak, uygun Bilgi ve İletişim Teknolojileri uygulamalarını seçebilirim.	1	2	3	4	5
13.	Belirli bir eğitim ortamını dikkate alarak, Bilgi ve İletişim Teknolojileri uygulamalarını (yeniden) tasarlayabilirim.	1	2	3	4	5
14.	Öğrenme ve öğretmeyi farklılaştırmak için Bilgi ve İletişim Teknolojileri kullanabilirim.	1	2	3	4	5
15.	Öğrencilerin öğrenme sürecini dijital ortam kullanarak takip edebilirim.	1	2	3	4	5
16.	Bilgi ve İletişim Teknolojileri yardımıyla öğrencileri değerlendirebilirim.	1	2	3	4	5
17.	Öğrencilerle iletişim kurmak için Bilgi ve İletişim Teknolojilerini uygun bir şekilde kullanabilirim.	1	2	3	4	5
18.	Mevcut altyapı ile bir öğrenme ortamı tasarlayabilirim.	1	2	3	4	5
19.	Bir öğrenme ortamı oluştururken Bilgi ve İletişim Teknolojileri uygulamalarını etkili bir şekilde seçebilirim (örn. grup boyutu göz önüne alındığında).	1	2	3	4	5