

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**FİZİK EĞİTİMİ**



**OPTİK KONUSUNUN TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÖĞRETİMİNİN**  
**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMALARINA**  
**ETKİSİ**

**BUKET İNANÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** **Doç. Dr. Mustafa ÇORAMIK** (Tez Danışmanı)  
**Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER**  
**Doç. Dr. Erdoğan ÖZDEMİR**

**BALIKESİR, EYLÜL - 2025**

## **ETİK BEYAN**

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Optik Konusunun Teknoloji Destekli Öğretiminin Üniversite Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Etkisi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Buket İNANÇ**

## ÖZET

**OPTİK KONUSUNUN TEKNOLOJİ DESTEKLİ ÖĞRETİMİNİN ÜNİVERSİTE  
ÖĞRENCİLERİNİN KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BUKET İNANÇ  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FİZİK EĞİTİMİ  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. MUSTAFA ÇORAMIK)**

**BALIKESİR, EYLÜL - 2025**

Ortaokul ve lise düzeyinde verilen fen bilimleri ve fizik derslerinde yer alan optik konusu aynı zamanda günlük yaşamda da sıklıkla karşılaşılan ve önem arz eden konuların başında gelmektedir. Öğrenciler ortaokul kademesinde optik konusu öğrendikten sonra onlardan lise kademesinde bu konuyu daha detaylı ve kavramsal düzeyde derinleştirmesi beklenmektedir. Günümüzde öğrencilerin lisans düzeyine gelene kadar almış oldukları optik eğitimi sonucunda hala kavram yanlışlarına sahip oldukları bilinmektedir. Bu araştırmanın amacı, optik konularının teknoloji destekli öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerine etkisini incelemektir. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, geleneksel yöntem ile aktarılan ders içeriğinin eksiklikleri gidermede yetersiz olduğu görülmüş ve bu kapsamda Algodoo Simülasyon Programı kullanılarak teknoloji destekli öğretim süreci planlanmıştır. Araştırma Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı kapsamında öğrenim gören 28 kız ve 2 erkek öğrenci olmak üzere toplam 30 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, öğretmen adaylarının optik konularındaki anlama düzeylerini tespit etmek amacıyla “Optik Kavrama Testi (OKT)” kullanılmıştır. Uygulama öncesinde yapılan ön test ve uygulama sonrası yapılan son test verileri detaylı olarak incelendiğinde ise öğretim öncesinde kavramsal anlamda sıkıntıların olduğu öğretim sonrasında ise bu sıkıntıların çoğunun giderildiği ve kavramsal değişim ve kavramsal anlamada ilerleme kaydedildiği görülmüştür. Bu durum, fen bilimleri ve fizik eğitiminde öğretmenlerin ders içeriğinde teknolojinin etkin kullanmasının önemini ortaya koymaktadır.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Fen bilgisi öğretmen adayı, fizik eğitimi, optik eğitimi

Bilim Kod / Kodları :13201

Sayfa Sayısı : 92

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF TECHNOLOGY INTEGRATED TEACHING OF OPTICS ON UNIVERSITY STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING**

**MSC THESIS**

**BUKET İNANÇ**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION**

**PHYSICS EDUCATION**

**(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MUSTAFA ÇORAMIK )**

**BALIKESİR, SEPTEMBER - 2025**

The topic of optics, which is included in science and physics courses at the middle and high school levels, is one of the most prominent subjects that students frequently encounter in daily life and that carries significant importance. After learning the basics of optics in middle school, students are expected to deepen their understanding of this subject conceptually and in greater detail at the high school level. However, it is well known that even by the time students reach the undergraduate level, they still retain certain misconceptions about optical concepts. This study aims to examine the effect of technology-supported instruction on pre-service science teachers' conceptual understanding of optics. A review of the relevant literature indicates that traditional teaching methods are inadequate in overcoming instructional shortcomings; accordingly, a technology-enhanced learning process was designed through the use of the Algodoo Simulation Program. The study was conducted with a total of 30 pre-service teachers—28 female and 2 males—enrolled in the Science Education Program at the Faculty of Education, Balıkesir University. As a data collection tool, the Optics Conceptual Understanding Test was employed to determine the participants' levels of conceptual understanding in optics. A detailed analysis of the pre-test administered before the instruction and the post-test conducted after the instruction revealed that while conceptual difficulties were present prior to the instruction, most of these difficulties were resolved afterward, leading to significant progress in conceptual understanding and conceptual change. These findings highlight the importance of effectively integrating technology into science and physics education to enhance conceptual learning and reduce misconceptions.

**KEYWORDS:** Physics education, pre-service science teacher, optics teaching

Science Code / Codes : 13201

Page Number : 92

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL LİSTESİ .....	vi
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	vii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problem Durumu.....	3
1.2 Araştırmanın Önemi .....	3
1.3 Araştırmanın Amacı.....	4
1.4 Araştırmanın Prolem Cümlesi .....	4
1.5 Sınırlılıklar .....	4
1.6 Sayıtlar.....	5
<b>2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR .....</b>	<b>6</b>
2.1 Optik Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	6
2.2 Algodoo Simülasyon Programı ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	16
<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>26</b>
3.1 Araştırma Modeli .....	26
3.2 Çalışma Grubu .....	26
3.3 Veri toplama Aracı.....	27
3.3.1 Optik kavram testi .....	27
3.3.2 Algodoo görüş formu .....	29
3.4 Verilerin Analizi .....	29
3.5 Uygulama Süreci.....	30
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>32</b>
4.1 OKT Soru-1'e Ait Bulgular .....	32
4.2 OKT Soru-2'ye Ait Bulgular .....	34
4.3 OKT Soru-3'e Ait Bulgular .....	36
4.4 OKT Soru-4'e Ait Bulgular .....	40
4.5 OKT Soru-5'e Ait Bulgular .....	43
4.6 OKT Soru-6'ya Ait Bulgular .....	49
4.7 OKT Soru-7'ye Ait Bulgular .....	54
4.8 Algodoo Görüş Formuna Ait Bulgular .....	58
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>62</b>
5.1 Optik Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar .....	62
5.2 Algodoo Görüş Formundan Elde Edilen Sonuçlar .....	66
5.3 Öneriler .....	67
<b>6. KAYNAKLAR DİZİNİ .....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>75</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>92</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

- Şekil 4.1:** Öğretim öncesi ince kenarlı mercek için a)  $f_m > f_y > f_k$  b)  $f_m = f_y = f_k$  c) diğer çizim örnekleri ..... 46
- Şekil 4.2:** Öğretim öncesi kalın kenarlı mercek için a)  $f_m > f_y > f_k$  b)  $f_m = f_y = f_k$  çizim örnekleri ..... 47
- Şekil 4.3:** Öğretim öncesi ince kenarlı mercek için a)  $f_{su} > f_{ha}$  b)  $f_{hava} > f_{su}$  c) kodlanamaz. .... 51
- Şekil 4.4:** Öğretim öncesi kalın kenarlı mercek için a)  $f_{su} > f_{hava}$  b)  $f_{hava} > f_{su}$  c) kodlanamaz ..... 52
- Şekil 4.5:** Öğretim öncesi ince kenarlı mercek için a)  $f_{cam} > f_{elmas}$  b)  $f_{elmas} > f_{cam}$  .. 56
- Şekil 4.6:** Öğretim öncesi kalın kenarlı mercek için a)  $f_{cam} > f_{elmas}$  b)  $f_{elmas} > f_{cam}$  .. 57

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Çalışma grubuna ait veriler .....	26
<b>Tablo 3.2:</b> Çalışma grubunun okul türlerine ait veriler .....	27
<b>Tablo 3.3:</b> Optik kavram testinde yer alan sorular ve kapsadıkları konular .....	29
<b>Tablo 3.4:</b> Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamalara ait haftalık akış .....	30
<b>Tablo 3.5:</b> Çalışma kapsamında gerçekleştirilen dersler ve içerdiği konu ve kavramlar...31	
<b>Tablo 4.1:</b> Soru-1'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	32
<b>Tablo 4.2:</b> Soru-2'ye ait ön test ve son testten elde edilen çizim verileri.....	35
<b>Tablo 4.3:</b> Soru-3'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	37
<b>Tablo 4.4:</b> Soru-4'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	40
<b>Tablo 4.5:</b> Soru-5'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	44
<b>Tablo 4.6:</b> Soru-6'ya ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	50
<b>Tablo 4.7:</b> Soru-7'ye ait ön test ve son testten elde edilen veriler.....	54
<b>Tablo 4.8:</b> Algodoo görüş formu soru 3'ten elde edilen veriler .....	59
<b>Tablo 4.9:</b> Algodoo görüş formu soru 4'ten elde edilen veriler .....	60
<b>Tablo 4.10:</b> Algodoo görüş formu soru 5'ten elde edilen veriler .....	60

## SEMBOL LİSTESİ

**OKT:** Optik Kavram Testi

**ÖA:** Öğretmen Adayı

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecimin her aşamasında, rehberliğini ve sabrını esirgemeyen, akademik gelişimime büyük katkılar sağlayan danışmanım Doç. Dr. Mustafa Çoramık'a teşekkürlerimi iletirim.

Hayatım boyunca koşulsuz sevgileri, güvenleri ve destekleriyle beni daima motive eden, bana olan inançlarıyla her adımda yanımda olduklarını hissettiren kıymetli aileme; babam Yusuf İnanç, annem Nejla İnanç ve abim Vedat İnanç ile kıymetli eşi Nazlıcan İnanç'a, teşekkür ederim. İyi ki varsınız, İyi ki benimle bu süreci paylaştınız. Sizi çok seviyorum.

Lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, maddi ve manevi olarak desteğini benden eksik etmeyen dayım Ziyat Aslan'a, ayrıca minnettarım.

**Balıkesir, 2025**

**Buket İnanç**

# 1. GİRİŞ

Fizik bilimi; madde, enerji ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerini konu alan temel bir doğa bilimidir. Bu bilim dalı, evrenin işleyişine ilişkin temel ilkeleri anlamayı ve bu ilkeleri kullanarak doğa olaylarını açıklamayı amaçlar. Fiziğin kapsadığı alanlar arasında mekanik, termodinamik, elektromanyetizma, nükleer fizik, kuantum fiziği ve optik gibi alt dallar yer almaktadır. Bu alanların her biri hem doğanın yasalarını kavramak hem de teknolojiye yön vermek açısından büyük bir öneme sahiptir. Fizik biliminin en önemli hedeflerinden biri, öğrencilerin bilimsel düşünme, gözlem yapma, sorgulama, analiz etme ve problem çözme becerilerini geliştirmektir. Bu beceriler, yalnızca akademik başarı için değil, aynı zamanda yaşam boyu öğrenme ve teknolojik gelişmelere uyum sağlama açısından da kritik bir rol oynamaktadır.

Fizik eğitimi bazen karmaşık kavramsal ilişkilerin anlaşılmasını gerektirdiği için, öğretim sürecinde öğrencilerin aktif katılımını destekleyen, somutlaştırıcı ve etkileşimli yöntemlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle optik konusu; ışığın doğası, yayılması, yansımaları, kırılması, girişim ve kırınım gibi kavramları içermesi nedeniyle öğrenciler tarafından genellikle zor olarak algılanmaktadır. Bu nedenle, optik konularının öğretiminde öğrencilerin görsel ve deneysel öğrenme süreçlerini destekleyen teknoloji temelli yaklaşımlar giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Akbulut, 2016; Güven ve Sülün, 2012; Tenkoğlu,2017).

2020 yılı itibariyle tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi, eğitim sisteminde köklü bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Salgının yayılımını önlemek amacıyla yüz yüze eğitime ara verilmiş, kısa sürede uzaktan eğitim uygulamaları yaygınlaşmıştır. Bu durum, dijital platformların, öğrenme yönetim sistemlerinin ve çevrim içi öğretim araçlarının yoğun biçimde kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Ancak, ani geçiş süreci özellikle uygulamalı ve deneysel nitelikli derslerde çeşitli pedagojik, teknik ve iletişimsel zorluklara neden olmuştur (Kavuk ve Demirtaş, 2021). Fen bilimleri ve fizik eğitimi gibi deneysel yönü güçlü derslerde, öğrencilerin laboratuvar ortamında gözlem yapmaları, veri toplamaları ve hipotez test etmeleri öğrenme sürecinin temel bileşenleridir. Uzaktan eğitim sürecinde bu etkileşim büyük ölçüde azalmış; öğrencilerin deneysel süreçlere katılımı, somut deneyimler edinmeleri ve kavramsal anlam geliştirmeleri sınırlanmıştır.

Öğretmenlerin uzaktan eğitim sürecinde karşılaştıkları başlıca güçlükler teknolojik donanım eksikliği, öğrenci katılımının düşüklüğü, öğretim materyallerinin yetersizliği, etkileşim eksikliği ve ölçme-değerlendirme süreçlerinde yaşanan belirsizliktir. Özellikle laboratuvar etkinliklerinin çevrim içi ortama aktarılmasında yaşanan güçlükler, öğrencilerin deneysel düşünme becerilerini ve kavramsal öğrenme düzeylerini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu durum, fizik öğretiminde yeni yaklaşımların gerekliliğini ortaya koymuştur.

Teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte eğitim ortamlarında kullanılan dijital araçlar ve yazılımlar, soyut kavramların somutlaştırılmasında ve öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerine dâhil edilmesinde güçlü bir potansiyel sunmaktadır. Sanal laboratuvarlar, simülasyon yazılımları, etkileşimli görsel materyaller ve artırılmış gerçeklik uygulamaları gibi teknolojik araçlar, özellikle optik gibi konuların öğretiminde önemli avantajlar sağlamaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını, motivasyonlarını ve bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Çoramık ve Ürek, 2021; Özer, 2019; Sertkaya, 2018). Özellikle fizik eğitimi kapsamında geliştirilen etkileşimli yazılımlar ve simülasyonlar, öğrencilerin soyut kavramları görselleştirerek anlamlandırmalarına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının optik konusunun öğretiminde kullanılması, hem öğrencilerin kavramsal öğrenme süreçlerini destekleyebilecek hem de uzaktan veya hibrit eğitim ortamlarında öğretim sürecinin verimliliğini artırabilecek bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

## **1.1 Problem Durumu**

Fen bilimleri ve fizik eğitimi içerisinde bulunan optik konuları, içerdiği kavramlar sebebiyle öğrenciler tarafından anlaşılması zor olarak adlandırılmaktadır. Işığın yansıması, aynalar, ışığın kırılması, mercekler ve renk oluşumu gibi görselleştirilmesi gereken konularda öğrencilerin kavram eksiklikleri ve yanlışlarının olduğu çeşitli araştırmalar sonucu bilinmektedir (Anıl ve Küçüközer, 2010; Aydın, 2007; Kaplan, 2017). Araştırmalar, öğrencilerin optik konularında sıkça kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Örneğin, öğrenciler hava olmayan yerde ışık yayılmayacağını (Kaçan, 2008), kalın kenarlı merceklerin ışığı toplamak için kullanıldığını (Ahçı, 2012), cisimlerin görüntüsünün aynaya bakıldığında belireceğini, aynaya bakılmadığında görüntü oluşmayacağını düşünmektedir

(Anıl ve Küçüközer, 2010). Bu kavram yanlışlarının giderilememesi, öğrencilerin ilerleyen eğitim kademelerinde fizik konularını anlamlandırmasını güçleştirmekte ve öğrenme sürekliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu anlamda yürütülen çalışmalarda, farklı yöntemler kullanılarak kavram yanlışları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır (Anıl, 2010; Aydın, 2007; Kaçan, 2008). Gerçekleştirilen kimi çalışmalarda kavram yanlışları üzerinde uygulanan yöntemler etkili olurken, kimi çalışmalarda ise beklenen etkiyi göstermemiştir. Bu sebeple, optik konusunun hem öğrencilere hem de ileride öğrencilerine ilgili konuları aktaracak olan öğretmen adaylarına kavramsal ilişkileri doğru biçimde aktarılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

## **1.2 Araştırmanın Önemi**

Fen bilimleri eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilerin doğa olaylarını bilimsel bakış açısıyla yorumlayabilmelerini sağlamaktır. Bu hedefe ulaşılabilmesi, öğrencilerin fiziksel olayları yalnızca ezber yoluyla değil, kavramsal düzeyde anlamalarıyla mümkündür. Özellikle optik konularında kavramsal anlamının geliştirilmesi, öğrencilerin ışık, görme, mercekle ve yansıma gibi günlük yaşamla doğrudan ilişkili kavramları bilimsel bir temele oturtmalarını sağlar. Bu durum hem fen okuryazarlığının hem de bilimsel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sunar.

Geleneksel öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmede yetersiz kaldığı pek çok çalışmada ortaya konmuştur (Aydın, 2007; Yılmaz, 2010). Bu nedenle, teknolojik araçların öğretim sürecine entegrasyonu giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Teknoloji destekli öğretim ortamları, öğrencilere deneysel süreçleri sanal olarak yaşama, değişkenleri kontrol etme ve sonuçları gözlemlene fırsatı tanıyarak aktif öğrenmeyi desteklemektedir. Ayrıca, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemelerine olanak tanınması, bireysel öğrenme farklılıklarını gözetmesi açısından da önemli bir avantaj sunmaktadır.

Bu bağlamda, optik konusunun teknoloji destekli öğretimi, hem uzaktan hem de yüz yüze eğitim ortamlarında kullanılabilecek yenilikçi bir öğretim yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Üniversite düzeyinde öğretmen adaylarının bu tür teknolojik uygulamalarla tanıştırılması, onların gelecekteki mesleki yeterliliklerine ve sınıf içi uygulamalarına da katkı sağlayacaktır. Bu araştırma, teknoloji destekli öğretim

uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisini inceleyerek, fen ve fizik eğitimi alanında yürütülecek benzer çalışmalara rehberlik edebilecek niteliktedir.

### **1.3 Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı optik konusunun teknoloji destekli öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisinin belirlenmesidir. Bununla birlikte bu öğretimi alan öğretmen adaylarının Algodoo'yu farklı derslerde kullanma durumları, ileride kullanmaya yönelik görüşleri, uygulamanın kullanımı ile ilgili süreçte yaşadığı zorluklar, Algodoo'ya ilişkin gözlemledikleri avantajlar ve kullandıkları benzer uygulamalara ilişkin görüşlerini belirlenmesi hedeflenmektedir.

### **1.4 Araştırmanın Problem Cümlesi**

Araştırmanın problem cümlesi “Optik konusunun teknoloji destekli öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisi nedir?” şeklindedir.

### **1.5 Sınırlılıklar**

Bu araştırma kapsamında var olan sınırlılıklar aşağıda listelenmiştir:

1) 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 2. sınıfta olan 28 kız ve 2 erkek olmak üzere toplam 30 öğrenci ile sınırlıdır.

2) Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yer alan Fizik III dersinde yer alan aşağıdaki optik konuları ile sınırlıdır;

- Mercekler, türleri ve kullanım alanları,
- Merceklerde görüntü oluşumu,
- Gökkuşluğu oluşumu ve renkler,
- Işığın kırıcı yüzeylerde kırılması,
- Kırıcı yüzeyin bulunduğu ortamın kırıcılık indisi üzerindeki etkisi,
- Kırıcı yüzeyin yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi,
- Işığın renginin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi.

3) Öğretmen adaylarından “Optik Kavram Testi” kapsamında verilen cevaplar ile sınırlıdır.

## **1.6 Sayılılar**

Bu araştırmada aşağıda belirtilen sayılılar varsayılmıştır.

- Arařtırma sūrecinde, arařtırmaya katılan fen bilgisi ōđretmen adaylarının uygulanan tūm ōlçme ve deđerlendirme araçlarına objektif bir řekilde cevap verdikleri varsayılmıřtır.
- Fen bilgisi ōđretmen adaylarının ōlçme araçlarını cevaplarken birbirlerinden etkilenmedikleri varsayılmıştır.

## 2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu başlık altında alan yazınında yer alan ve optik konusunun öğretimi ile ilgili yapılan çalışmalar ve Algodo simülasyon programının öğretimde kullanılması ile ilgili çalışmalar sırası ile verilmiştir.

### 2.1 Optik Konusu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Eren (2019), geometrik optik konusuyla ilgili sınıf öğretmeni adaylarının kavram yanılgılarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Akdeniz Bölgesi'nde üç farklı devlet üniversitesinde tüm sınıf seviyelerinde öğrenim görmekte olan 152 erkek, 376 kadın olmak üzere toplam 528 öğrenci katılımıyla gerçekleştirilmiştir. DGOKYT (Dört Aşamalı Geometrik Optik Kavram Yanılgısı Testi) ölçeğini sınıf öğretmeni adaylarına uygulayarak, öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını tespit etmeye yönelik verileri toplamıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının geometrik optik konularında yedi adet kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kavram yanılgıları; “Her bir ışık kaynağı flaş ışık ışınları gibi sadece tek bir yönde ışık yayar.”, “Işık kaynağı olarak daha büyük bir ampul kullanılırsa, nesnelerin gölgesi daha net oluşur.”, “Sadece ışık kaynağı olmayan nesnelerin gölgesi vardır, gölgenin şekli daima nesnenin şekline benzer.”, “Bir nesnenin düzlem aynadaki görüntüsü gözlemci ile nesneyi birleştiren bakış doğrultusu boyunca ve ayna arkasında bir yerdedir.”, “Siyah bir nesnenin düzlem aynadaki görüntüsünün nedeni, bu nesneden seken siyah ışınlardır.”, “Gözlemci, düzlem ayna önündeki bir cismin görüntüsünü, bu cisme baktığı doğrultu üzerinde görür. Bakış açısı değiştikçe görüntünün yeri de değişir. Görüntünün yeri gözlemcinin bakış açısına bağlıdır.”, “Bir nesnenin düzlem aynadaki görüntüsü, ayna arkasında ve gözlemcinin tam karşısındadır.” Şeklinde. Bu bağlamda, sınıf öğretmeni adaylarının geometrik optik konularından ışık, gölge ve düzlem aynada oluşan görüntüler ile ilgili kavrama düzeylerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Tenkoğlu (2017), Fen Bilimler dersi kapsamında 7. Sınıf “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması” ünitesinde Teknoloji Entegrasyonu Modeli'ne göre hazırlanan ders planlarıyla işlenmesinin öğrenci üzerinde bıraktığı etkileri incelemeyi amaçlamıştır. Bu etkiler; öğrencilerin teknoloji standartları yeterlilikleri, yansıtıcı düşünme becerileri ve akademik başarıları olarak ele alınmaktadır. Araştırmaya 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Samsun'da öğrenim görmekte olan 44 erkek, 51 kız olmak üzere toplam 95 ortaokul

öğrencisi katılmıştır. Verilerin toplanmasında Teknoloji Standart Ölçeği, Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerisi Ölçeği ve ISTE Sınıf Gözlem Formu (ICOT 2.0), Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu ve konu kapsamında geliştirilen test kullanılmıştır. Bulgular, oluşturulan deney ve kontrol grubuyla her hafta 4 ders olmak üzere 4 haftada toplam 16 ders saatinde elde edilmiştir. Sonuç olarak; Teknoloji Entegrasyon Modeli'ne göre hazırlanan ders planının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği ve teknolojik standartları yeterliliklerinin iyi düzeyde olduğuna varılmıştır.

Evmez (2018) tarafından ve araştırmaya katılan öğrenciler tarafından geliştirilen bilim içerikli eğitsel oyunlar kullanılarak işlenen derslerin, bilgi kalıcılığı, bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları ve fen bilimleri dersine olan tutumlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Uygulama 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Ağrı-Taşlıçay'da bulunan bir devlet ortaokulunda 5. sınıfta öğrenim görmekte olan 63 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, araştırmacı tarafından geliştirilen bilim içerikli eğitsel oyunların oynandığı, öğrenciler tarafından geliştirilen bilim içerikli eğitsel oyunların oynandığı ve bilim içerikli oyunların oynanmadığı kontrol grubundan oluşan üç grup ile çalışmıştır. Çalışmada "Işık ve Ses" ve "Yaşamımızdaki Elektrik" üniteleri işlenmiş olup, toplam altı adet veri toplama aracı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda "Işık ve Ses" ünitesine ilişkin araştırmacı tarafından geliştirilen ve öğrenciler tarafından geliştirilen bilim içerikli eğitsel oyunların oynandığı grupların bilim içerikli eğitsel oyunların oynanmadığı kontrol grubuna göre fen bilimleri dersine ait akademik başarı ve ders tutumları arasında anlamlı bir farklılık bulunurken; "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesine ilişkin öğrenciler tarafından geliştirilen bilim içerikli eğitsel oyunların oynandığı grup ile bilim içerikli eğitsel oyun oynanmadığı kontrol grubu arasında fen bilimleri dersine ait akademik başarı ve ders tutumları açısından anlamlı bir farklılık belirlenmiştir.

Gök (2019), ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde görsel okuryazarlık içeriğiyle desteklenmiş uygulamanın fen bilimleri dersine yönelik akademik başarıya olan etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Uygulama, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Ankara-Altındağ'da bulunan 25 öğrencinin kontrol grubu ve 25 öğrencinin deney grubu olarak belirlendiği toplam 50 öğrenciden oluşan 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna 8 haftalık görsel okuryazarlık eğitimi verildikten sonra her iki gruba "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesi için 6 hafta, "Maddenin Yapısı ve Özellikleri" ünitesi için 7 hafta, "Işığın Soğurulması" ünitesi için 4 hafta süren bir öğretim uygulanmıştır. Deney

grubuna görsel okuryazarlığa dayalı bir öğretim sunulurken, kontrol grubuyla müfredatta yer alan öğretim tekniklerine uygun olarak bir öğretim sunulmuştur. Her iki grup içinde VSBT (Vücudumuzdaki Sistemler Başarı Testi), MYÖBT (Maddenin Yapısı ve Özellikleri Başarı Testi) ve AYISBT (Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Başarı Testi) testleri ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Öğretim öncesinde uygulanan ön test verileri sonucunda her iki grubunda derse hazırbulunuşluk düzeyleri ve ön bilgileri arasında fark olmadığı ve uygulanan öğretim sonrasında her bir konu için uygulanan son test verileri sonucunda deney grubunda bulunan öğrencilerin kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Yılmaz (2016), fen bilimlerinde “Işık ve Ses” konusunun öğretimde probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin fen bilimleri dersine ilişkin tutumlarını ve akademik başarılarını araştırmayı amaçlamıştır. Uygulama 2014-2015 eğitim-öğretim yılında Yozgat-Merkez’de bulunan bir ortaokulda 5. sınıf öğrencilerinden oluşan 58 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama, her hafta 4 ders saati olarak toplamda 6 hafta sürmüştür. Çalışmada, deney grubu ve kontrol grubuyla yapılmış olup ön test olarak ABT (Akademik Başarı Ölçeği) ve FBTÖ (Fen Bilimleri Tutum Ölçeği) uygulanmıştır. Deney grubuna probleme dayalı öğrenme yöntemi uygulanırken, kontrol grubuna geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, probleme dayalı öğrenme yönteminin akademik başarıyı arttırmada etkili bir yöntem olduğu ve probleme dayalı öğrenme yönteminin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık oluşturduğu ortaya çıkmıştır.

Kaplan (2017), “Işık ve Ses” konusunda 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanılgılarını; kavram testi, kavram karikatürü ve yarı yapılandırılmış görüşme ile tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma, Kayseri-Kocasinan’da bulunan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 245 öğrenciyle yürütülmüştür. Uygulama esnasında 254 öğrenciye kavram testi, 86 öğrenciye kavram karikatürleri ve 6 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacı öğrencilerin, ışık ve ses ile ilgili bazı temel konularda “Karanlık bir ortamda beyaz kedi görülebilir.” ve “Işık boşlukta yayılmaz.” gibi bazı kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirlemiştir. Ayrıca öğrencilerin bazı kavramları sadece ezberledikleri, bununla birlikte bazı olayların nedenleri ile ilgili herhangi bir düşünceye sahip olmadıklarını belirlemiştir. Katılımcıların, bu konularda kavram yanılgılarına sahip olmalarının nedenleri arasında ise kendi günlük hayatlarında edinmiş oldukları olumsuz tecrübeler ile arkadaş

etkisinin yanı sıra okulda alınmış olunan hatalı ve eksik fen eğitimi gösterilmiştir. Ayrıca, bu konuda okulda ilgili derslerin öğretiminde sorumlu olan öğretmenlerin de benzer kavram yanlışlarına sahip olmaları yine sebep olarak gösterilmiştir.

Coşkun (2012), fen ve teknoloji dersinde işlenen “Işık” ünitesine ilişkin bilimsel öyküler içeren eğitsel oyunlar ile ilerlenmesinin fen bilimleri öğretimine yönelik öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. “Işık” ünitesi içerisinde yer alan “Işığın Soğurulması”, “Beyaz Işık Gerçekten Beyaz Işık Mıdır?”, “Işığın Kırılması” ve “Mercekler” konuları ile çalışma yürütülmüştür. Kontrol ve deney grubu olmak üzere iki grup ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 2011-2012 eğitim-öğretim yılında Kayseri-Talas ilçesinde bulunan bir ilkokulda 27 kız, 27 erkek olmak üzere toplam 54 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrenciler daha önceden bildikleri öyküler derinleştirme basamağında ilgili konularla bağdaştırılarak sunulmuş ve 5N-1K sorularına öykü sonunda cevap vermeleri istenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda uygulanan ön test verileri incelendiğinde kontrol ve deney grubu arasında akademik başarıya yönelik bir farklılık olmadığı ve uygulama sonrasında son test verileri incelendiğinde deney grubunun kontrol grubuna göre öyküleme yönteminin olumlu yönden anlamlı bir fark yarattığı görülmüştür.

Tulum (2019), fen bilimleri dersinde yer alan “Işık ve Ses” ünitesi kapsamında “Işık” konusunda 5. sınıf öğrencilerinin bağlam temelli materyalin akademik başarılarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma, 2012-2013 eğitim-öğretim yılında Samsun- Havza’da bulunan bir ortaokulda deney grubunda 17 öğrenci, kontrol grubunda 18 öğrenci olmak üzere toplam 35 öğrenciyle gerçekleşmiştir. Araştırmacı uygulama kapsamında kullanacağı 46 sorudan oluşan “Işık Başarı Testi”ni geliştirmiş olup yapılan çalışmalar sonucunda test 30 soruya indirgemıştır. Aynı zamanda çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak 9 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanmıştır. Kontrol grubunda yapılan uygulamada ders kapsamındaki kılavuz kitabında yer verilen içerik ve etkinlikler kullanılırken, deney grubunda yapılan uygulamada bağlam temelli yaklaşıma yönelik hazırlanan ders materyali kullanılmıştır. Yapılan uygulama iki hafta sürmüştür. Uygulama sonrasında elde edilen veriler analiz edildiğinde alt problemlere ilişkin sonuçlar kıyaslanmış, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre verilerin anlamlı bir fark oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu anlamda bağlam temelli yaklaşımın akademik başarıyı arttırmaya yönelik etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaçan (2008), “Işık” kavramı hakkında öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarını tespit etme ve bu kavram yanlışlarını gidermeye yönelik bir çalışma yürütmüştür. Çalışma 2006-2007 eğitim-öğretim yılında Kocaeli’nde bulunan özel bir okulda 9. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Çalışma 22 öğrenci deney grubu, 22 öğrenci kontrol grubu olmak üzere toplam 44 öğrenci katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yapılandırıcılık stratejisi kullanılmış, kontrol grubunda ise geleneksel yöntem ile ders planları hazırlanarak uygulanmıştır. Çalışma kapsamında “Yapılandırılmış grid” tekniği ile hazırlanmış beş soruluk bir başarı testi uygulanmış olup, öğrencilerden cevaplarının gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. İkinci veri toplama aracı olarak araştırmacı literatürde yer alan “Olasılık Konusunda Geliştirilen Materyallere Dayalı Öğretime İlişkin Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri” adlı mülakat sorularını kullanmıştır. Uygulama sonrasında elde edilen veriler incelendiğinde, ön testte öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarının son testte hem kontrol grubunda hem de deney grubunda azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki grup öğrencileri için uygulama sonrasında akademik başarının arttığı sonucuna varılmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının yüksek düzeyde farklılık göstermesinin sebebi uygulanan öğretim sürecinde öğrencilere kavram yanlışlarının üzerinde durulması ve bunların giderilmesine yönelik bir çalışma yürütülmesi gösterilmiştir.

Öztekin (2018), üç aşamalı tanı testi ile fen bilimlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının geometrik optik ile ilgili zihinsel modellerini belirlemeye amaçlamıştır. Çalışma 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 50 öğretmen adayı ile gerçekleşmiştir. “Üç Aşamalı Tanı Testi” 22 sorudan oluşmaktadır. Üç aşamalı testin birinci aşamasında sorular yazılı ifadelerle, ikinci aşamasında aynı ifadeler şekil üzerinde gösterilerek ve üçüncü aşamada da birinci ve ikinci aşamalarda verilen cevaplardan emin olup olmadığını belirleyecek biçimde hazırlanmıştır. “Işığın Yansıması” konusunda öğretmen adayları bilimsel olarak doğru olmayan zihinsel modeller sergilerken, “Işığın Kırılması” konusunda öğretmen adaylarının bilimsel olarak bilgi düzeylerinin ve uygulama düzeylerinin zayıf olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada öğretmen adaylarının bu konuda yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadıkları ifade edilmiştir. Bu sebeple öğretmen adaylarının bilgilerini uygulamaya aktarmada da uygun seviyede olmadıkları belirtilmiştir. Bu duruma sebep olarak ışığın kırılması konusunun dönemin sonuna denk gelmesi ve öğretmen adaylarının laboratuvar deneyleri veya etkinlikleri yapmamış olmaları gösterilmiştir.

Aydın (2007) gerçekleştirdiği çalışmada Fen Bilgisi öğretmenliği programı öğrencilerinin geometrik optik konusundaki kavram yanlışlarını tespit ederek, bu kavram yanlışlarını kavramsal değişim metinleri yardımı ile gidermeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda çalışmada öğretmen adaylarını optik konusunda gelişen teknoloji ile eğitimlerine katkı sağlanması hedeflemiştir. Çalışma, 2004-2005 eğitim-öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi'nde Fen Bilgisi Öğretmenliği programının ikinci sınıfta öğrenim gören toplam 90 aday ile gerçekleştirilmiştir. “Işığın Yayılması”, “Işığın Yansıması” ve “Işığın Kırılması” konularından oluşan 10 soruluk açık uçlu sorular oluşturulup öğretmen adaylarında oluşan kavram yanlışları belirlenmiştir. Uygulama, haftada iki ders saati olmak üzere toplam 4 hafta sürmüştür. Uygulanan ön test sonucunda her iki grubunda anlama seviyeleri ve kavram yanlışlığı seviyelerinin benzer olduğu görülmüştür. Uygulama sonrasında her iki grubunda kavram yanlışlığı oranının azaldığı belirlenmiş olup, deney grubunun kontrol grubuna göre kavram yanlışlığı yüzdesinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarına uygulanan kavramsal değişim metninin, geleneksel yöntemle kavram yanlışlığı büyük oranda giderdiği bulgusuna erişilmiştir.

İşbaralı (2017) çalışmasında, sosyo-ekonomik düzeylerin eşit olduğu belirlenen öğrencilerin yer aldığı bir devlet okulunda, deney grubundaki öğrencilerin velilerine “Optik” ünitesinin ışık konusu hakkında bilgilendirme yapmıştır. Bu çalışmada amaç, ev temelli fen bilgisi dersinin öğrenme etkinliklerinde velilerin katılımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemektir. Araştırma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Kars'ta bulunan bir ortaokulda deney (n=30) ve kontrol grubu (n=35) olmak üzere 7. sınıfa öğrenim gören toplam 65 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek amacıyla ABT (Akademik Başarı Testi) ve etkinliklerin uygulanmasında öğrencilerin ailelerinden yardım alıp almama durumlarının tespit edilmesi için “Aile Katılımına Yönelik Tutum Ölçeği” kullanmıştır. Uygulama, haftada 3 saat olmak üzere 6 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler SPSS programı ile analiz edilerek ön test ve son test bulguları karşılaştırılmıştır. Aile katılımıyla yapılan etkinliklerin başarı oranının daha yüksek olduğu ve uygulamanın öğrencilerin ışık konusundaki akademik başarılarına olumlu etkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Anıl (2010), lise öğrencilerinin “Optik” ünitesi içerisinde yer alan aynalar konusundaki kavram yanlışlarını belirleyerek 5E öğretim modeline göre kavram yanlışlarını gidermeyi amaçlamıştır. Çalışma, Balıkesir-Merkez'de bulunan bir lisede 9. sınıfta bulunan iki farklı

şubede öğrenim gören toplam 46 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırmanın uygulama süresi, haftada iki ders saati olmak üzere toplam yedi hafta boyunca 14 saat olarak planlanmıştır. Araştırmacı, veri toplarken 9 soru çoktan seçmeli 1 soru açık uçlu olmak üzere 10 sorudan oluşan bir kavram testi, öğrenciler ile yapılan görüşmeler, uygulanan anketler ve yansıtıcı günlüklerden faydalanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacı öğrencilerde oluşan kavram yanılgılarını detaylı olarak incelemiştir. Kavram yanılgılarını ortadan kaldırmaya yönelik uygulanan 5E modeline göre araştırma değerlendirildiğinde, 5E modelinin uygulanma süresi boyunca öğrencilerin öğretmenin rehberliği eşliğinde başarı sağladıkları gözlemlenmiştir. Aynı zamanda öğrencilere farklı düşünme becerileri ve uygulama basamağında derse aktif katılımlarının da olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Yılmaz (2010), üniversite öğrencilerinin geometrik optik konusundaki kavram yanılgılarını belirlenmeyi ve kavramsal değişim metinleri kullanarak bu kavram yanılgılarını gidermeyi; ayrıca öğrencilerin fizik dersine yönelik tutum ve görüşlerini değişimi geleneksel yöntemle karşılaştırarak incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2006-2007 eğitim-öğretim yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 2. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grupta toplamda 123 öğrencinin katılımı sağlanmıştır. Uygulanan ön test ile her iki grubun ön bilgi düzeylerinin denkliği belirlenmiştir. Araştırmacı veri toplamak amacıyla 21 sorudan oluşan bir kavram testi ve fizik dersine ilişkin tutumlarını belirlemek adına “Fizik Tutum Ölçeği” kullanmıştır. Uygulama süresi haftada 2 ders saati olmak üzere 5 haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında uygulanan son testte öğretmen adaylarının mevcut kavram yanılgılarının, kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı deney grubunda, geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubuna kıyasla daha fazla azaldığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda deney grubunun başarı yüzdesinin, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde her iki grubunda fizik dersine ilişkin tutumlarının benzer düzeyde olduğu belirlenmiş olup, uygulama sonrasında kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı deney grubundaki öğretmen adaylarının fizik dersine ilişkin tutumlarının olumlu anlamda geliştiği belirlenmiştir.

Tekin (2019), çalışmasında fen bilimleri dersinde 7. sınıf öğrencilerinin araştırma-sorgulamaya dayalı bir öğretim stratejisinin içerdiği ders planı kapsamında uygulanan öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, fen bilimleri dersine yönelik tutumları ve akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2018-2019 eğitim-öğretim

yılında Bartın’da öğrenim gören 50 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak araştırmacı, “Akademik Başarı Testi”, “Tutum Ölçeği” ve “Bilimsel Süreç Becerileri” ölçeklerini kullanmıştır. Uygulanan “Akademik Başarı Testi” içeriği 7. sınıf fen bilimleri müfredatı içerisinde yer alan “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması” ünitesine yöneliktir. Uygulama, haftada 4 ders saati olmak üzere 3 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde, araştırma-sorgulama temelli öğretimin, geleneksel eğitim yöntemine kıyasla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini öğrenme ve kullanma açısından daha destekleyici olduğu görülmüştür. Derse katılımı ve ders içeriğine öğrencilerin ilgi ve motivasyonunun daha yüksek olduğu deney grubunun akademik başarısı kontrol grubuna göre daha yüksek olarak belirlenmiştir.

Toprak (2021), çalışmasında ortaokul 7. sınıfta fen bilimleri ders içeriğinde bulunan “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması” ünitesiyle STEM uygulamalarının öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumları ve akademik başarılarına olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Iğdır’da bulunan bir ortaokulda 45 öğrenci ile 5 hafta boyunca yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak, “Bilimsel Süreç Beceri Testi” (BSBT), “Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” (FBTÖ), “Fen Öğretimine Yönelik Motivasyon Ölçeği” (FMÖ), “Fene Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algı Ölçeği” (FSÖBAÖ) ve “STEM Tutum Ölçeği” (STÖ) kullanılmış, bunun yanı sıra öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen nitel ve nicel bulgular değerlendirildiğinde, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubundaki öğrencilere göre belirgin bir gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme becerileri incelendiğinde deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılığa rastlanılmamıştır. Öğrenci ifadeleri incelendiğinde ise, STEM etkinliklerini eğlenceli buldukları ve fen bilimleri dersine yönelik ilgi ve tutumlarının olumlu yönde geliştirdiği sonucu elde edilmiştir.

Akkaya (2020), çalışmasında 7. sınıf öğrencilerine fen dersi içerisinde yer alan “Işığın Soğurulması ve Aynalar” konusuna ilişkin Plickers uygulamasını kullanarak, uygulamanın kullanımının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları ve akademik başarı üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışma, 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Ordu’da bulunan bir ortaokulda 34 öğrenci ile yürütülmüştür. Uygulama, haftada 4 ders saati olmak üzere 4 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı tarafından veri toplama aracı olarak, “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması Başarı Testi” (AYISBT) ve “Fen Bilimlerine

Yönelik Tutum Ölçeği” (FBYTÖ) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, Plickers uygulamasının kullanıldığı deney grubu ile geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubu arasında akademik başarı açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. Deney grubu öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre fen dersine yönelik tutumları detaylı incelendiğinde ise derse ilişkin tutum ve ilginin deney grubunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Erdoğan (2022), geometrik optik konusu ile ilgili sanal laboratuvar uygulamalarıyla uygulanan öğretimin geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla uygulanan öğretime göre üniversite öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerini ve akademik başarılarına olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü (BÖTE) 2. sınıfta öğrenim göre 59 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak araştırmacı, “Geometrik Optik Başarı Testi” ve “Fizik Tutum Ölçeği”ni kullanmış, ayrıca odak grup görüşmeleri yapmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, geometrik optik konuları simülasyon destekli sanal laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunun geleneksel laboratuvar uygulamalarını yapıldığı kontrol grubuna göre akademik başarılarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Her iki öğretim sonucunda öğretmen adaylarının fizik dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının geometrik optiğin temel kavramlarına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Akın Yanmaz (2021), REACT stratejisi (Relating -ilişkilendirme-, Experiencing -tecrübe etme-, Applying -uygulama-, Cooperating -iş birliği-, ve Transferring -transfer etme-) göre Bağlam Temelli Öğrenme (BTÖ) yaklaşımının fen bilimleri dersi kapsamında yer alan “Aynalar ve Işığın Soğurulması” konusundaki 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, Giresun-Güce’de bulunan bir ortaokulda 37 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı çalışma kapsamında “İki Aşamalı Aynalar ve Işığın Soğurulması Kavram Testi”ni (AYISKT) geliştirmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, BTÖ yaklaşımının REACT stratejisine göre hazırlanan öğretim materyallerinin, öğrencilerin kavramsal anlamalarını geleneksel yöntemlere göre kıyasla anlamlı şekilde arttırdığı belirlenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda BTÖ materyallerinin öğrencilerin derse katılımının arttırdığı ve öğrenmeyi daha kalıcı hale getirdiği tespit edilmiştir.

Akman (2013), çalışmasında ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları bilgi yapılarını kavramsal değişim teorileri çerçevesinde incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Samsun-İlkadım’da bulunan bir ilkokulda öğrenim gören 21 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı çalışma kapsamına “Işık Konusundaki Tutarlılık Durumunu Belirleme Soru Setleri” oluşturmuş ve “Klinik Görüşme Tekniği”ni kullanmıştır. Araştırmacı elde ettiği verilerin incelenmesi sonucunda, öğrencilerin bilgilerinin günlük yaşamda daha sık karşılaşılan kavramlarda bütüncül, teorik ve soyut kavramlarda parçalı özellikler yansıttığını gözlemlemiştir.

Yıldızbaş (2017), Fen bilimleri dersi içeriğinde yer alan “Işığın Yansıması” konusuna ilişkin “Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM)” ile gerçekleştirilen öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine ve fen bilimleri dersine ilişkin akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2014-2015 eğitim-öğretim yılında Karaman-Merkez’de yer alan bir ortaokulda 64 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmacı veri toplama aracı olarak, “Işık Konusu Başarı Testi” (IKBAT), “Işık Konusu Eleştirel Düşünme Testi” (IKEDT), “Işık Konusu Kavramsal Anlama Testi” (IKKAT) ve “Bilimin Doğası Görüşler Anketi”ni (BİDGA) kullanmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde, öğrencilerin hem akademik hem de eleştirel düşünme becerilerinin deney grubunda kontrol grubuna kıyasla arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırma sonunda Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli’nin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine ve bilimin doğasına yönelik görüşlerine olumlu etki sağladığı belirlenmiştir.

Açıkgöz Yıldırım (2022), fizik dersi kapsamında geometrik optik konularını, akıllı telefon destekli sanal laboratuvarlar aracılığıyla deney ve uygulamalarla ele alarak, öğrencilerin ders başarılarını artırmaya yönelik etkinlikler geliştirmeyi hedeflemiştir. Çalışma, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında 10. sınıfta öğrenim gören 11 öğrenciyle yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak araştırmacı, “Geometrik Optik Başarı Testi” (GOBT) ve görüşme formlarını kullanmıştır. Etkinliklerin uygulanması 9 hafta sürmüştür. Bu çalışma sonucunda, optik konularının öğretiminde akıllı telefonların sanal laboratuvar olarak kullanılmasının, sanal etkinliklerin ve teknolojik araçlarının ders içeriği ile iç içe olmasının öğrencilerin hem akademik başarılarını arttırdığı hem de fizik dersine ilişkin ilgi, tutum ve motivasyonunun olumlu yönde geliştiği görülmüştür.

## 2.2 Algodoo Simülasyon Programı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Özer (2019), “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisini incelemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İstanbul’da bulunan bir devlet okulunda 24 kız, 26 erkek olmak üzere toplam 50 öğrenci ile deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki grup şeklinde yürütülmüştür. Araştırmacı veri toplama aracı olarak; 20 maddeden oluşan fen bilimlerine yönelik akademik başarı testi, fen günlükleri, çalışma yaprakları ve etkinlikler süresince alınan video kayıtlarını kullanmıştır. Uygulama toplamda 13 hafta sürmüştür. Uygulanan ön test sonucunda deney grubu ve kontrol grubu arasında anlama düzeyleri açısından bir farklılık olmadığı her iki grubun birbirine denk sayılabileceği görülmüştür. Uygulama sonrasında her iki grup için elde edilen verileri incelendiğinde, akademik başarı testlerinde deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin tasarım becerilerine yönelik bulgular “Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı”ndan öğrencilerin elde ettiği puanlar doğrultusunda değerlendirilmiş olup, uygulama sonucunda deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir.

Sertkaya (2018), yaptığı çalışmada Algodoo yazılımıyla desteklenen 5E modelinin 8. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi “Basit Makineler” ünitesine ait başarı ve tutumlarına olan etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Bingöl-Solhan’da bulunan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 44 öğrenci ile yürütülen çalışmada, kontrol grubunda 5E modeline uygun ders planı kullanılırken deney grubunda ise Algodoo destekli 5E modeli kullanılmıştır. Uygulama toplamda altı hafta sürmüştür. Araştırmacı veri toplama aracı olarak “Basit Makineler Akademik Başarı Testi” ve “Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanmıştır. Uygulama öncesinde, ön test verileri incelendiğinde her iki grup arasında incelenen değişkenler açısından herhangi bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında başarı testi puanlarının kontrol ve deney grup ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre basit makineler ünitesindeki akademik başarı puanlarının arttığı belirlenmiştir. Öğrencilerin uygulama sürecinden önce ve sonra Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutum puanları arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir. İki gruptaki öğrencilerin Fen Bilimleri dersine yönelik tutumları orta seviyede tespit edilmiştir.

Sontay ve Karamustafaoğlu (2023), TÜBİTAK projesi kapsamında fizik öğretmenlerinin Algodoo simülasyon programı eğitimine ait düşüncelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Gerçekleştirilen çalışmaya 22 fizik öğretmeni katılmıştır ve veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Çalışma kapsamında Algodoo programının kurulumu ve uygulanması, fizik öğretim etkinlikleri, Algodoo benzeri uygulamalar ve Algodoo eğitimi olmak üzere dört farklı kategoride bir değerlendirme yapılmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen verilere göre, fizik öğretmenlerinin Algodoo simülasyon programına ilgili oldukları ve fizik dersi içeriğinde bulunan konulara yönelik simülasyon hazırlayabilecekleri sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara dayanarak, fizik konularının etkileşimli uygulamalarla öğretilmesi için Algodoo eğitiminin hizmet içi eğitimlerle yaygınlaştırılması gerektiği yönünde öneride bulunmuşlardır.

Çoramık ve Ürek (2021), öğrencilerin kolayca erişebileceği basit araçlarla (Phyphox, Tracker ve Algodoo) yapılabilecek deneylerin fizik eğitiminde kavramsal öğrenmeye yönelik katkılarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında kinetik sürtünme katsayısı bahsi geçen üç yöntem ile belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir uygulama ile elde edilen veriler birbiri ile karşılaştırılmış ve birbiri ile yakın olarak bulunmuştur. Bununla birlikte yöntemlerin avantajları ve dezavantajları kendi içinde farklı açılardan değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin laboratuvarlardan uzak olduğu pandemi gibi durumlar için, düşük maliyetli ve kolay erişilebilir uygulamaların önemine vurgu yapılmıştır. Ayrıca, öğrencilerin kavram yanılgılarını azaltmaya yönelik, öğretim süresince etkileşimi arttırmaya ve soyut kavramları somutlaştırmaya yönelik bu uygulamaların öneminden bahsedilmiştir.

Çoban (2023), yaptığı çalışmada mekanik öğretiminde Arduino tabanlı STEM etkilerinin ve Algodoo tabanlı simülasyonun etkinliklerinin etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma, Fen Bilimleri Eğitimi lisans programında öğrenim görmekte olan 61 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma, STEM grubu (N=28) ve simülasyon grubu (N=33) olmak üzere iki grup ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların yaratıcılık yüzeyleleri “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)” ile ve mekanik konusu ile ilgili bilgi düzeyleri dört farklı üniteden (Vektörler, Kinematik, Dinamik ve Enerji) sorular içeren “Mekanik Konusu Zenginleştirilmiş Bilişsel Alan Ölçeği (MKZBAÖ) ile belirlenmiştir. Uygulama öncesinde her iki grubun ön test verileri incelenip kıyaslandığında, gruplar arasında değişkenler açısından anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Uygulama haftada dört ders saati olmak üzere toplam altı haftada tamamlanmıştır. Uygulama kapsamında Arduino tabanlı

STEM eğitimi ve Algodoo tabanlı simülasyon eğitimi uygulanan katılımcıların bilişsel düzeyleri ve bilimsel yaratıcılık etkileri karşılaştırıldığında elde edilen bulgular; STEM grubunun BYÖ ön test ve son test verileri arasında bir farklılık olmadığı ve SDE grubunun BYÖ ön test ve son test verileri arasında az da olsa bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM grubunun MKZBAÖ ön test ve son test verileri arasında olumlu bir farklılık olduğu ve SDE grubunun MKZBAÖ ön test ve son test verileri arasında olumlu bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bozan (2022), beyin temelli öğrenme modelinin Algodoo simülasyon programıyla desteklendiği durumda öğrencilerin akademik başarıları ve problem çözme becerileri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2021-2022 eğitim-öğretim yılında İstanbul-Esenyurt'ta bulunan bir ilkokulda gerçekleştirilmiştir. Araştırma 3. Sınıfta öğrenim görmekte olan, 30 kontrol grubu, 30 deney grubu olmak üzere toplam 60 öğrenciyle yürütülmüştür. Fen bilimleri dersi kapsamında “Kuvveti Tanıyalım” ünitesinde kontrol grubu kendi sınıf öğretmenleriyle var olan ders planları ile uygulama yapılırken, deney grubunda araştırmacı tarafından Algodoo destekli beyin temelli öğrenmeye yönelik ders planları ile uygulama yapılmıştır. Araştırmacı, 20 sorudan oluşan “Akademik Başarı Testi” ve 22 sorudan oluşan “Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği” ile verileri toplamıştır. Elde edilen veriler detaylı olarak değerlendirildiğinde beyin temelli öğrenme modeline uygun olarak gerçekleştirilen etkinliklerin uygulandığı deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı ve problem çözme becerileri arasında ön test sonuçları açısından herhangi bir anlamlı fark bulunmamasına rağmen son test sonuçları açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar ışığında araştırmacı beyin temelli öğrenme modeline uygun olarak geliştirilen etkinliklerin Fen Bilimleri dersinde uygulanmasını önermiştir.

Özdemir ve Çoramık (2022) gerçekleştirdikleri çalışmada literatürde daha önce yapılan çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlardan hareketle tanımladıkları ortak üç problem durumunun ortadan kaldırılmasında öğretim materyali olarak kullanılabilir bir Algodoo simülasyonu geliştirilmişlerdir. Sanal bir optik laboratuvarı şeklinde sunulan simülasyon ile ilgili üç farklı etkinliğin geliştirildiği çalışmada, yansıtıcı ve kırıcı yüzeyler kullanılarak oluşturulan görüntülerin farklı dizilimler ve bariyerler kullanıldığında göz tarafından görülüp görülmemesi durumlarını simüle edecek bir sanal laboratuvar ortamı Algodoo’da oluşturulmuştur. Araştırmacılar geliştirdikleri Algodoo simülasyonunda bir göz modeli ve

kaktüs tipi ışık kaynağı kullanmışlardır. Optik konuları kapsamında görüntü oluşumunun öğretimi esnasında, sadece özel ışınların değil diğer ışınların da kullanılabilceğinin bu tip bir ışık kaynağı ile gösteriminin gerçekleştirilebileceği, bu sayede öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkıda bulunulabileceği araştırmacılar tarafından çalışma sonucunda ifade edilmiştir.

Gregorcic (2015) gerçekleştirdiği çalışmada, etkileşimli tahta ve Algodoo yazılımının Kepler yasalarının öğretiminde birlikte nasıl kullanılabilceğini açıklamıştır. Çalışma kapsamında önerilen etkinlikte öğrenciler gezegenlerin hareketlerini gözlemleyerek ve belli değişkenleri ölçerek Kepler yasalarını keşfetmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar gerçekleştirilen uygulamaların öğrencileri işbirlikçi bir sorgulamaya dahil ettiğini ve bununla birlikte öğrencilerin etkinlik sayesinde dokunmatik ekran teknolojisini kullanma konusunda deneyim kazandıklarını ifade etmişlerdir.

Çelik, Sarı ve Harwanto (2014) gerçekleştirdikleri çalışmada Arşimet prensibinin öğretiminde kullanılacak bir Algodoo simülasyon programı geliştirmişler ve ilgili programın öğretmen adaylarının Algodoo'nun öğretim için kullanımına ilişkin algıları üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. 37 fizik öğretmeni adayının katıldığı çalışmada Algodoo gösterimleri için akıllı tahta kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, Algodoo programının fizik öğretiminde kullanılmasının fizik öğretmen adaylarının fizik öğretiminde Algodoo'yu kullanmaya yönelik algıları üzerinde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, fizik öğretmen adaylarının fizik öğretimi için Algodoo hakkındaki görüşlerine detaylıca bakıldığında, öğretmen adaylarının Algodoo'nun avantajları arasında “Öğrencilerin fiziğe yönelik kavramalarını arttırdığını”, “Öğrencilerin yaratıcılığını arttırdığını”, “İyi bir görselleştirme sağladığını” belirttikleri ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte öğretmen adayları Algodoo'nun en önemli dezavantajları arasında “Kullanımının yabancı dilde olmasını” ve “Fiziksel olayların tamamını temsil etmemesini” göstermişlerdir.

Rangkuti, Ritonga, Nasution ve Wulandari (2024) çalışmalarında, Algodoo yazılımının öğrencilerin mekanik konularına ilişkin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Temel fizik dersini alan matematik, fizik, biyoloji ve kimya bölümlerinde öğrenim gören üniversite birinci sınıf öğrencilerinin katıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak Kuvvet Konuları Kavram Testi (KKKT), (Force Concept Inventory “FCI”)

kullanılmıştır. Test, çalışma esnasında üç aşamada kullanılmıştır. Bunlar: öğrencilerin ön bilgilerini belirlemek amacıyla ön test olarak; öğrencilerin sorulardaki fiziksel durumları Algodoo yazılımı ile mümkün olduğunca görselleştirmeleri teşvik edilerek yürütülen akran tartışmaları sırasında ve bu tartışmalardan iki hafta sonra, son test olarak. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulardan Algodoo'nun öğrencilerin akran grupları içinde bağımsız öğrenmelerini desteklediği ve mekanik kavramlarına yönelik kavramsal anlamaları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Sungur Gül ve Saylan Kırmızıgül (2023) gerçekleştirdikleri çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının Algodoo tabanlı STEM etkinliklerini kullanma konusundaki görüşlerini, Algodoo simülasyonlarını STEM'e entegre etme biçimlerini ve Algodoo tabanlı STEM etkinlikleri hazırlamanın fen bilgisi öğretmen adayları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Dördüncü sınıfta bulunan 30 fen bilgisi öğretmen adayının katıldığı çalışma kapsamında üç hafta boyunca Algodoo tabanlı STEM eğitimi hakkında öğretmen adaylarına bilgi verilmiştir. Veriler; STEM etkinlik planı, STEM etkinlik planı değerlendirme rubriği ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen verilerden, öğretmen adaylarının Algodoo yazılımını en çok “derinleştirme (elaborate)” aşamasında ve fizik konularında kullanmayı planladıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte öğretmen adayları Algodoo yazılımının kullanımında bazı zorluklar yaşamalarına rağmen, bu simülasyonların öğrencilere, öğretmenlere ve STEM eğitimine sağladığı katkıların farkında olduklarını ifade etmişlerdir.

Çekiç Göker (2023), 6. sınıfta yer alan “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin, Algodoo yazılımı ve biçimlendirici yoklama soruları ile desteklenerek öğretiminin etkilerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda, öğrencilerin öğrenme sürecindeki çalışmalarının betimlenmesi, biçimlendirici yoklama sorularına verdikleri cevapların incelenmesi ve bu öğretim yöntemine yönelik görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 2021-2022 eğitim-öğretim yılında Bursa-Nilüfer’de bulunan bir özel okulda 6. sınıfta öğrenim gören 40 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, “Kuvvet ve Hareket” ünitesine ilişkin beş kazanımı içermektedir. Veri toplama aracı olarak araştırmacı, her bir kazanım için beş adet biçimlendirici yoklama sorusu kullanılmıştır. Buna ek olarak; gözlem formları kullanılmış ve görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde; Algodoo yazılımı ve biçimlendirici yoklama sorularıyla desteklenen öğretim sürecinin, öğrencilerin “Kuvvet ve Hareket” ünitesindeki öğrenmelerinin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Çalışma

sonucunda öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katıldıkları, fen bilimleri dersine ilgilerinin arttığı ve kavram yanlışlarının azaldığı görülmüştür. Ayrıca araştırmacı tarafından öğrencilerin öğrenmelerinin kalıcı hale getirmede, Algodoo yazılımı ve biçimlendirici yoklama soruları ile desteklenerek hazırlanan öğretim sürecinin etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Durak (2024), Algodoo simülasyon programı ile yapılan etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde “kuvvetin ölçülmesi” ve “sürtünme kuvveti” konularındaki akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Gaziantep-Şahinbey’de bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 146 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, veri toplama aracı olarak 23 sorudan oluşan “Bağlam Temelli Öğrenme Durumları Testi” (BTÖDT)’ni kullanmıştır. Çalışma 2 deney grubu ve 2 kontrol grubu olmak üzere 4 grup ile yürütülmüştür. Deney grubunda kullanılacak ders planları araştırmacı tarafından 5E modeline uygun olarak hazırlanmıştır. Araştırma, haftada 4 ders saati olacak şekilde 3 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler sonucunda araştırmacı, 5. sınıf öğrencilerinin kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme kuvveti konusunda akademik başarılarının arttığını belirlemiştir. Ayrıca çalışma kapsamında Algodoo simülasyon programıyla oluşturulan etkinliklerin 5E modeline uygun şekilde sunulmasıyla birlikte öğrencilerin fen bilimleri dersine daha ilgili oldukları ve kavramsal anlama düzeylerinin güçlendiği belirlenmiştir. Araştırmacı, Algodoo programıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin fen bilimleri dersine aktif katılımını artırdığı ve kalıcı öğrenmeyi destekleyen bir araç olduğu belirtmiştir.

Akçimen Eren (2024), fen bilimleri dersinin “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde, Algodoo simülasyon programıyla hazırlanan ders içeriğinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini ve programa yönelik öğrenci görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Gaziantep’te bulunan bir ortaokulda öğrenim gören 82 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi kullanılmıştır. Uygulama 5 hafta boyunca sürmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Algodoo simülasyon programı ile yapılan öğretim sürecinin, 7. sınıf öğrencilerinin “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesindeki akademik başarılarını anlamlı düzeyde artırdığı ortaya konmuştur. Deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerle kıyaslandığında, deney grubu

öğrencilerinin derse karşı ilgilerinin arttığı, konu içerisinde yer alan kavramları daha iyi anladıkları, öğrenme sürecinde aktif katılım sağladıkları belirlenmiştir.

İlkbahar (2024), fen bilimleri öğretmenlerine yönelik tasarlanan Algodoo simülasyon programı tabanlı bir kursun, öğretmenlerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) düzeylerine katkısını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin Algodoo yazılımını kullanma sürecinde teknoloji ile pedagojiyi entegre etme becerileri ve bu entegrasyonun alan bilgileri üzerindeki yansımaları incelenmiş ve fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki yeterlilikleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında farklı illerde bulunan 11 fen bilimleri öğretmeni ile yürütülmüştür. Uygulama, 10 hafta pilot ve 10 hafta esas uygulama olmak üzere iki aşamada toplam 20 haftalık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Her hafta, 40 dakika + 40 dakika olacak şekilde toplam 80 dakika uygulama yapılmıştır. Araştırmacı veri toplama aracı olarak, “Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği”ni (TPABÖ) kullanılmış, bunun yanı sıra fen bilimleri öğretmenleriyle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde, uygulamanın fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenme sürecinde kavramsal bilgilerini derinleştirme ve karşılaştıkları problemlere çözüm üretme becerilerini geliştirme açısından olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. Sürecin sonunda gözlemlenen kavramsal gelişim ve Algodoo simülasyon programına yönelik uygulama yeterliliklerindeki artış, yöntemin kalıcı ve etkili öğrenmeyi destekleyici bir model olduğunu ortaya koymuştur.

Yıldırım (2024), 8. sınıf müfredatında yer alan “Basınç” ünitesinde, araştırma-sorgulama yöntemine dayalı ve Algodoo programı etkinlikleriyle desteklenmiş öğretimin, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile akademik başarıları üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında İstanbul’da bulunan bir ortaokulda 8. sınıfta öğrenim gören 65 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı veri toplama aracı olarak, “Bilimsel Süreç Beceri Ölçeği” ve “Akademik Başarı Testi” kullanılmıştır. Uygulama 8 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Algodoo programı temelli araştırma-sorgulama yöntemine yönelik hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı ve öğrencilerin akademik başarı düzeylerinde artış sağladığı belirlenmiştir.

Sezer (2024), çalışmasında 8. sınıf “Basit Makineler” ünitesinde, ASSURE Modeline dayalı olarak hazırlanan ders planlarının, Algodoo programı ile oluşturulan simülasyonlarla desteklendiğinde öğrencilerin fen bilimleri dersine ve teknolojiye yönelik tutumlarında meydana gelen değişimleri incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Aksaray’da bulunan bir devlet okulunda 70 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı veri toplama aracı olarak, “Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği”ni kullanmıştır. Elde edilen veriler incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin fen bilimleri dersine ve teknolojiye yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülürken; deney grubu öğrencilerinde Algodoo yazılımıyla zenginleştirilmiş ve ASSURE Modeline göre tasarlanmış ders planlarının, öğrencilerin fen bilimleri dersine ve teknolojiye yönelik tutumlarında anlamlı düzeyde olumlu değişim sağladığı görülmüştür. Araştırmacı tarafından, teknoloji entegrasyonunun ders sürecinde öğrencilerin motivasyonunu artırarak öğrenme sürecinde aktif katılım sağlayan etkili bir yaklaşım olduğu vurgulanmıştır.

Arık (2025), Algodoo simülasyon programı ile 5E modeline uygun şekilde hazırlanan ders planlarının, ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki akademik başarıları ile fen bilgisi dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Siirt’te bulunan bir ortaokulda 48 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak, “Akademik Başarı Testi” ve “Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen veriler incelendiğinde, uygulanan yöntemin öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik akademik başarılarını arttırmada ve kavramsal anlama düzeylerini geliştirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, öğrencilerin derse olan ilgilerinde ve öğrenme sürecine aktif katılımlarında belirgin bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmacı çalışmasında öğrencilerin Algodoo programı ile oluşturulan ders uygulamalarına ilişkin görüşleri de belirleyerek teknoloji destekli öğretim sürecine yönelik değerlendirmeleri ortaya koymaya çalışmıştır. Elde edilen bulgulardan, kullanılan yaklaşımın kalıcı öğrenmeyi destekleyici olduğu ve eğitim ortamında kolaylıkla uygulanabilecek tarzda bir model olduğu görülmüştür.

Selesa ve Orongon (2025), yürüttükleri çalışmada Algodoo simülasyon programının dalga ve optik öğretiminde öğretmen adaylarının akademik başarıları ile derse katılımları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında

Bukidnon Üniversitesi'nde, 19 kişiden oluşan deney grubu ve 18 kişiden oluşan kontrol grubundaki üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda öğretmen adayları Algodoo simülasyon programını kullanırken, kontrol grubunda öğretmen adayları laboratuvarda bulunan kitlerle çalışmıştır. Veri toplama aracı olarak akademik başarı testinin yanı sıra, konuların kalıcılığını ölçmeye yönelik ek değerlendirmeler de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, her iki yöntemin de öğretmen adaylarının başarısını ve katılımını artırdığını, ancak akademik performans bakımından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmüştür. Bununla birlikte, kalıcılık testinde deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı biçimde daha yüksek sonuç gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, bu sonucun Algodoo simülasyon programının öğrenmeyi uzun vadede desteklediği ortaya koyduğunu ve hem simülasyon programının hem de laboratuvar uygulamalarının birbirini tamamlayıcı şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Berdikulova (2025), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, fizik öğretiminde dijitalleşmenin etkileri ele alınmış ve sanal laboratuvarların öğrenme sürecindeki işlevi incelenmiştir. Araştırma, 2024'te Özbekistan'da bir lisede öğrenim görmekte olan 30 öğrenci ve 10 fizik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 12 haftalık bir süreçte tamamlanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçları ile öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri, problem çözme becerileri ve öğretmenlerin ders işleme verimliliği değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, dijital araçların öğrenci başarısını anlamlı düzeyde artırdığı ve kavramsal hataları azalttığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, Algodoo simülasyon programının ve benzeri sanal laboratuvar uygulamalarının soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığı, öğrencilerin fizik dersine katılımlarının arttığı belirlenmiş ve öğretmenlerin pedagojik yeterliliklerinin bu uygulamalar ile arttığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, eğitim sürecinin bu uygulamaların kullanımı ile daha verimli ve kolayca erişilebilir hale geldiği vurgulanmıştır.

Tilavova (2025), çalışmasında fizik öğretiminde sanal laboratuvarların eğitim sürecine sağladığı katkıları ele almıştır. Araştırmacı, sanal laboratuvarların, geleneksel laboratuvarlara göre düşük maliyetli, güvenli ve erişilebilir olduğunu vurgulamıştır. Çalışmada Algodoo, Phet ve Wolfram Demonstrations Project gibi yazılımların soyut kavramların görselleştirilmesinde ve geleneksel laboratuvar ortamlarında yapılan hataların azaltılmasında önemli avantaj sağladığı belirtilmiştir. Bununla birlikte araştırmacı, sadece

sanal laboratuvar uygulamalarının uygulanmasının doğru olmadığını ve deneysel becerilerin geliştirilebilmesi açısından yapılan deneylerin geleneksel laboratuvar deneyleriyle desteklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

### 3. YÖNTEM

Fen bilgisi öğretmen adaylarının Algodoo destekli olarak gerçekleştirilen optik öğretimi sonrasında kırıcı yüzeyler ile ilgili kavramsal değişiminin ve Algodoo ile ilgili görüşlerinin belirlenmeye çalışıldığı çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin analizi ve uygulama süreci ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır.

#### 3.1 Araştırma Modeli

Araştırmada, bir ya da daha fazla olayın derinlemesine incelendiği bir yöntem ve nitel bir araştırma modeli olan durum çalışması modeli kullanılmıştır. Durum çalışmaları bir olayı meydana getiren detayları tanımlayarak görmek, bir olay ile ilgili olası açıklamalar geliştirmek ve ilgili olayı değerlendirmek amacı ile kullanılabilir. (Büyüköztürk vd., 2009)

#### 3.2 Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı ikinci sınıfında öğrenim görmekte olan 30 öğretmen adayı (ÖA) oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, bilgi açısından zengin vakaların derinlemesine incelenmesi esasına dayanır ve araştırmanın temel sorularına ışık tutacak birey ya da durumların seçilmesini amaçlar. Bu sayede geniş ve rastgele seçilmiş örneklemden çok, belirli özelliklere sahip küçük ama anlamlı bir grup üzerinden daha derinlemesine bilgi elde edilmesi hedeflenir (Patton, 1990). Bu doğrultuda çalışma grubuna dâhil edilecek öğretmen adaylarının aşağıdaki iki ölçütü sağlaması esas alınmıştır:

1. Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programının 2. sınıfında öğrenim görüyor olmak,
2. İkinci sınıf güz döneminde verilen Fizik III dersini daha önce almış ve bu dersten başarılı (geçer not almış) olmak.

Gönüllüğün esas olduğu ve herhangi bir ders kapsamında yürütülmeyen bu çalışmada yer alan toplam 30 öğretmen adayından oluşan çalışma grubuna ait detaylı bilgi Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Çalışma grubuna ait veriler

Sınıf	Erkek ÖA Sayısı	Kadın ÖA Sayısı	Toplam ÖA Sayısı
2	2	28	30

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri lise türüne ait bilgiler Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2:** Çalışma grubunun okul türlerine ait veriler

Lise Türü	Erkek Ö.A Sayısı	Kadın Ö.A Sayısı
Anadolu Lisesi	1	20
Fen Lisesi	1	5
Açık Lise	-	3

Çalışma grubunda yer alan ve 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları optik konusu ile ilgili lisans düzeyinde 2. sınıf güz yarıyılında Fizik III dersi kapsamında bir öğretim almışlardır. Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından yeni öğretmen yetiştirme lisans programları dahilinde Fizik III dersi kapsamında yer alan optik konuları ve kavramları sırası ile şu şekildedir:

- Yansıma ve aynalar,
- Kırılma ve mercekler,
- Girişim, ince filmler, kırınım, çözünürlük, kutuplanma,
- Optik araçlar, büyüteç, gözlük, mikroskop, vb.

Güz döneminde geleneksel öğretim kullanılarak gerçekleştirilen öğretim ile çalışma kapsamında Algodoo destekli olarak gerçekleştirilen öğretim arasında 12 haftalık bir zaman bulunmaktadır. Ayrıca çalışmada gönüllülük esas alınmıştır ve çalışmaya katılan öğretmen adaylarından “Gönüllü Katılımcı Onam Formu” (EK A) alınmıştır.

### 3.3 Veri Toplama Aracı

Çalışma kapsamında kavramsal düzeyde öğretmen adayları durumlarının belirlenmesi amacı ile kullanılan Optik Kavram Testi (EK B) ve Algodoo ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacı ile kullanılan Algodoo Görüş Formuna (EK C) ilişkin detaylı bilgi bu başlık altında verilmiştir.

#### 3.3.1 Optik kavram testi

Algodoo destekli olarak gerçekleştirilen optik öğretimin fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının kırıcı yüzeyler ile ilgili konulardaki kavramsal değişimlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada veriler “Optik Kavram

Testi” (OKT) olarak adlandırılan ve 7 sorudan oluşan bir veri toplama aracı ile toplanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adayların testte yer alan soruları gerekli çizimleri yaparak cevaplamaları ve ardından açıklama yapmaları istenmiştir. Optik Kavram Testi’nde yer alan soruların hazırlanmasında öncelikle lisans düzeyinde üniversitelerin eğitim fakültelerinin fen bilgisi öğretmenliği ve fizik öğretmenliği programlarında kullanılan ders kitapları (Fishbane, Gasiorowicz and Thornton, 2003; Karaoğlu, 2020; Serway and Beichner, 2000) incelenmiş ve bir kavram ağı oluşturulmuştur. Ardından literatürde yer alan ve optik konularında kavramsal düzeyde sorgulama yapan çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları detaylı bir biçimde incelenmiştir. İncelenen bu veri toplama araçlarının içinde yer alan ve kırıcı yüzeyler ile ilgili olan sorular listelenmiştir. Bu listeleme, ince ve kalın kenarlı merceklerde görüntü oluşumu, ince ve kalın kenarlı merceklerde kırıcılık indisinin bağlı olduğu etmenler, merceklerin günlük hayattaki kullanımı, prizmalar ve prizmalarda ışık ışınlarının izlediği yol ve beyaz ışığın kendisini oluşturan renklere ayrılması başlıklarında gerçekleştirilmiştir. Lisans seviyesinde kullanılan kaynak kitaplardan elde edilen kavram ağı ve literatürde yer alan soruların incelemesinin ardından toplam 7 sorudan oluşan Optik Kavram Testi’nin ilk hali ortaya çıkarılmıştır.

Kapsam geçerliğini incelemede kullanılacak yöntemlerden bir tanesi de geliştirilen test ile ilgili uzman görüşlerine başvurulmasıdır. Alanında uzman olan kişiler, geliştirilen testin taslak halini inceleyerek maddelerin uygun olup olmadığını ölçülmesi amaçlanan kapsam doğrultusunda değerlendirmektedir (Büyüköztürk vd., 2009). Bu doğrultuda, elde edilen taslak forma ait kapsam geçerliliğini sağlamak için hazırlanan sorular fizik eğitimi alanında uzman 2 Profesör Dr., 2 Doçent Dr., ve 2 fizik öğretmeni tarafından incelenerek son haline getirilmiştir. Bu aşamadan sonra, oluşturulan Optik Kavram Testi’nin anlaşılabilirliğinin ve öğretmen adayı seviyesine uygunluğunun belirlenmesi amacı ile çalışma grubunda yer almayan 6 öğretmen adayına ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının testi doldurmalarının ardından her bir öğretmen adayı ile görüşme gerçekleştirilmiş ve öğretmen adaylarının anlamakta zorlandıkları ya da farklı anlaşılan noktalar tespit edilmiştir. Belirlenen bu noktalar göz önüne alınarak Optik Kavram Testi, fizik eğitimi açısından alan uzmanları ve dil açısından bir Türk Dili uzmanı eşliğinde yeniden düzenlenmiş ve testin nihai hali ortaya çıkarılmıştır. Testte yer alan sorular ve ilişkili oldukları konular Tablo 3.3’te verilmiştir.

**Tablo 3.3:** Optik kavram testinde yer alan sorular ve kapsadıkları konular

Soru Numarası	Kapsadığı Konu/Kavram
1	Kırıcı yüzeyler ve özellikleri
2	Beyaz ışığın prizmada renklerine ayrılması
3	İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumu
4	Kırıcı yüzeyler ve özellikleri
5	Dalgaboyunun kırıcılık indisi üzerindeki etkisi
6	Ortamin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi
7	Merceklerin yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi

### 3.3.2 Algodoo görüş formu

Çalışma kapsamında yedi haftalık uygulamaya katılan öğretmen adaylarının uygulama sonunda Algodoo hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amacı ile Algodoo Görüş Formu geliştirilmiştir. Algodoo görüş formu 6 sorudan oluşmaktadır ve form öğretmen adaylarının Algodoo’yu farklı derslerde kullanma durumları, ileride kullanmaya yönelik görüşleri, uygulamanın kullanımı ile ilgili süreçte yaşadığı zorluklar, Algodoo’ya ilişkin gözlemledikleri avantajlar ve kullandıkları benzer uygulamalara ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

### 3.4 Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında, öğretmen adaylarının Optik Kavram Testi’ni cevaplarken gerekli durumlarda çizim yapmaları ve yaptıkları çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Bu amaçla, testin değerlendirilmesinde araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından oluşturulan bir değerlendirme formu kullanılmıştır. Bu formda her bir soru için detaylı değerlendirme ölçütleri yer almaktadır. Genel olarak, sorunun içeriğine bağlı olarak öğretmen adaylarından öncelikle istenen cevap ya da çizim “doğru”, “yanlış”, “boş” ya da “kodlanamaz” olarak sınıflandırılmıştır. Ardından sorunun içeriğine bağlı olarak öğretmen adaylarının verdiği bu cevabı detaylandırmak için sorunun altında verilen boşluğa yaptığı açıklama ya da çizim değerlendirilmiştir. Bu açıklamalar ya da çizimler ise “bilimsel olarak tam doğru”, “bilimsel olarak kısmen doğru”, “bilimsel olarak yanlış”, “boş” ya da “kodlanamaz” olarak sınıflandırılmıştır. Verilerin analiz edilmesinde her bir durum için bir kod belirlenmiş ve bu kodlar kaydedilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi aşamasında, Optik Kavram Testi yardımı ile her bir öğretmen adayından elde edilen veriler araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından daha önce bahsi geçen değerlendirme formu temel alınarak sınıflandırılmış ve uyuşma yüzdesi (uyuşma

indeksi) hesaplanmıştır. Uyuşma yüzdesi, puanlayıcıların birbirleri ile uyuştukları madde sayısının toplam gözlem ya da değerlendirme sayısına olan oranı olarak tanımlanmaktadır. Uyuşma yüzdesinin, sınıflama, sıralama, eşit oranlı ve aralıklı ölçek değerindeki tüm veriler üzerinde kullanılması mümkündür. Bu yüzdenin hesaplanmasının ve elde edilen sonuçların anlaşılmasının kolaylığı, yöntemin en büyük avantajları arasında yer almaktadır (Güler ve Taşdelen Teker, 2015). Bu açıdan gerçekleştirilen çalışmada 30 öğretmen adayının testte yer alan sorulara verdikleri cevaplar için araştırmacı ve alan uzmanı arasındaki uyuşma yüzdesi 7 soru ve alt maddeler de dahil olmak üzere ortalama %94.20 olarak hesaplanmıştır. Belirlenen bu oran puanlayıcılar arası güvenilirlikte uyuşma yüzdesi için literatürde belirtilmiş olan %75 oranından fazladır (Şencan, 2005). Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının örnek çizimleri ile örnek açıklamaları her bir soru için detaylı olarak tez kapsamında sunulmuştur. Öğretmen adaylarının kodlaması ÖA-01, öğretmen adaylarından 01 kodlu öğretmeni ifade edecek şekilde yapılmıştır.

### 3.5 Uygulama Süreci

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulama toplamda 7 hafta sürmüştür. Öğretim öncesi, sürecin ve sonrasında gerçekleştirilen işlemlere ilişkin bilgi Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4:** Çalışma kapsamında gerçekleştirilen uygulamalara ait haftalık akış

Hafta	Gerçekleştirilen Uygulama
1	Algodoo tanıtımı ve ön uygulama
2	Algodoo tanıtımı ve ön uygulama
3	Ön testin uygulanması
4	1. Dersin gerçekleştirilmesi
5	2. Dersin gerçekleştirilmesi
6	3. Dersin gerçekleştirilmesi
7	Son testlerin uygulanması

Öğretim esnasında kullanılacak olan Algodoo programı ile ilgili öğretmen adaylarının tecrübe kazanması ve kullanımı ile ilgili temel yeterlilik düzeyine ulaşmaları için 2 hafta ve haftada 90 dakika olacak şekilde iki ders gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu derslerde bilgisayar laboratuvarında bulunan ve Algodoo programı yüklü olan bilgisayarlar kullanılmıştır. İki haftalık bu ön uygulamanın sürecinin ilk dersinde Algodoo programının temel özelliklerinden bahsedilerek kullanımı öğretilmiştir. İkinci hafta gerçekleştirilen derste ise optik konuları ile ilgili ayna, mercekle, prizma ve ışık kaynakları gibi temel

bileşenlerin kullanımı ile ilgili bilgi verilmiş ve öğretmen adaylarının araştırmacıya sorulararak denemeler yapmasına izin verilmiştir.

İlk 2 haftalık ön uygulama sürecinin ardından üçüncü haftada öğretmen adaylarına Optik Kavram Testi ön test olarak uygulanmıştır.

Yapılandırmacı kuram çerçevesinde kırıcı yüzeylerin öğretiminde kullanılmak üzere hazırlanan ders planları ön testin uygulanmasının ardından üç hafta ve haftada 90 dakika olacak şekilde yine bilgisayar laboratuvarında araştırmacı tarafından öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Haftalara göre gerçekleştirilen öğretimin içerdiği konu ve kavramlar Tablo 3.5'te verilmiştir.

**Tablo 3.5:** Çalışma kapsamında gerçekleştirilen dersler ve içerdiği konu ve kavramlar

Hafta	Ders	Konu ve kavramlar
4	Ders 1	Mercekler, türleri ve kullanım alanları,
5	Ders 2	Merceklerde görüntü oluşumu, Gökkuşuğu oluşumu ve renkler, Işığın kırıcı yüzeylerde kırılması,
6	Ders 3	Kırıcı yüzeyin bulunduğu ortamın kırıcılık indisi üzerindeki etkisi, Kırıcı yüzeyin yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi, Işığın renginin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi

Tablo 3.5'te ders bazında içeriği verilen ve derslerde öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından uygulanan çalışma kağıtları Ek D'de verilmiştir. İlgili çalışma kağıtlarında yer alan boşluklar öğretmen adayları tarafından sırası ile ders esnasında doldurulmuş, ardından sınıf içinde bir tartışma ortamı oluşturularak öğretmen adaylarının cevaplarını birbirleri ile paylaşımları sağlanmıştır.

## 4. BULGULAR

Bu bölümde, Algodoo destekli olarak gerçekleştirilen optik öğretimi sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının kırıcı yüzeyler ile ilgili kavramsal değişiminin ve Algodoo ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacı ile uygulanan Optik Kavram Testi (OKT)'nden ve Algodoo Görüş Formu'ndan elde edilen veriler sırası ile sunulmuştur.

### 4.1 OKT Soru-1'e Ait Bulgular

OKT'nin birinci sorusu kırıcı yüzeyler ve özellikleri ile ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarına, güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak ateş yakmak için camdan yapılmış ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek, prizma ve cam bloktan hangisinin kullanılması gerektiği sorulmuştur. Ardından öğretmen adaylarından bu seçimleri ile ilgili açıklama yapmaları istenmiştir. Tablo 4.1'de öğretim öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının soru 1'e verdikleri cevaplar ve açıklamalara ait detaylar yer almaktadır.

**Tablo 4.1:** Soru-1'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler

Cevap	Açıklama	Ön Test N (%)	Son Test N (%)
İnce Kenarlı Mercek*		24 (80.00)	30 (100.00)
	Bilimsel Olarak Doğru	8 (33.33)	16 (53.33)
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	14 (58.33)	14 (46.67)
	Yanlış	2 (8.34)	-
	Boş	-	-
Kalın Kenarlı Mercek	Kodlanamaz	-	-
		2 (6.67)	-
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
	Yanlış	2 (100.00)	-
Prizma	Boş	-	-
	Kodlanamaz	-	-
		-	-
		-	-
		-	-
Blok		1 (3.33)	-
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
	Yanlış	1 (100.00)	-
	Boş	-	-
Hepsi	Kodlanamaz	-	-
		3 (10.00)	-
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
	Yanlış	3 (100.00)	-
Kodlanamaz	Boş	-	-
	Kodlanamaz	-	-
		-	-
		-	-
		-	-
Boş		-	-
		-	-
Toplam		30 (100.00)	30 (100.00)

\*Doğru cevap

Optik Kavram Testi'nin 1. sorusunun doğru cevabı “ince kenarlı mercek” şeklindedir. Öğretmen adaylarından ayrıca ilgili soruya verdikleri cevabı açıklamaları da istenmiştir. Tablo 4.1 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının doğru cevap verme oranının %80.00 (N=24) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru cevap olan ince kenarlı mercek cevabını veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar detaylı olarak incelenip sınıflandırıldığında ise, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranının %33.33 (N=8) olduğu görülmektedir. Doğru cevap veren öğretmen adaylarından % 58.33'ü (N=14) ise bilimsel olarak kısmen doğru açıklama yapmıştır. Doğru cevap verdiği halde yanlış açıklama yapan öğretmen adayı oranı ön testte %8.34 (N=2) olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde soru 1'e kalın kenarlı mercek cevabını veren iki öğretmen adayından (% 6.67) bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adayı bulunmamaktadır. Kalın kenarlı mercek cevabını veren öğretmen adaylarının %100.00'ü (N=2) ise bilimsel olarak yanlış açıklama yapmışlardır.

Öğretim sonrasında uygulanan Optik Kavram Testi'nde elde edilen veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamının (N=30) doğru cevap olan ince kenarlı mercek cevabını verdiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde ise, doğru cevap veren öğretmen adaylarının % 53.33'ünün (N=16) bilimsel olarak tam doğru açıklama yaptığı belirlenmiştir. İnce kenarlı mercek cevabını veren öğretmen adaylarından % 46.67'si (N=14) ise bilimsel olarak kısmen doğru açıklama gerçekleştirmiştir.

Öğretim öncesinde öğretmen adayları tarafından yapılan açıklamaların detaylı olarak incelenmesi sonucunda doğru olan ince kenarlı mercek cevabını verdikten sonra bilimsel olarak yanlış olarak sınıflandırılan açıklamayı yapan öğretmen adaylarının açıklamalarının ince kenarlı merceğin ışığı kırıcı etkisi olması etrafında toplandığı görülmüştür. Örneğin Öğretmen Adayı-20'nin yaptığı açıklamada “İnce kenarlı daha çok kırar.” ifadesini kullanmıştır. Benzer biçimde Öğretmen Adayı-25 açıklamasını “İnce kenarlı mercek kırıcı olduğu için ateş yakabilir.” şeklinde gerçekleştirmiştir. Aynı cevabı veren öğretmen adaylarından kısmen doğru açıklama yapanların ise genellikle cevaplarını ince kenarlı merceğin ışığı topladığı ifadesi etrafında gerçekleştirdikleri görülmektedir. Örneğin Öğretmen Adayı-4'ün yaptığı açıklamada “İnce kenarlı mercek ışığı toplayıcı özelliğe sahiptir.” ifadesini kullanmıştır. Benzer biçimde Öğretmen Adayı-13 açıklamasını “Işığın

bir noktada toplanmasıyla ateş yakılabilir.” şeklinde gerçekleştirmiştir. Bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının ifadelerine örnek olarak Öğretmen Adayı12’nin “İnce kenarlı mercek kullanılmalıdır. İnce kenarlı mercek ışığı toplayarak belli bir noktada (odak noktasında) odaklanmasını sağlar. Bu sayede öğrenci ateşi yakabilir.” verilebilir.

Öğretim öncesinde yanlış cevap olan kalın kenarlı mercek cevabını veren öğretmen adaylarının yanlış açıklamalarının, optik aygıtın yapıldığı malzeme (cam) ve optik aygıtın yanlış özelliği ile ilişkilendirildiği belirlenmiştir. Örneğin kalın kenarlı mercek cevabını veren Öğretmen Adayı-29 yaptığı açıklamada “Cam özelliği gereği ışığı toplar, bu sebeple kalın kenarlı mercekler kullanılabilir.” ifadesini kullanmıştır. Benzer şekilde yanlış açıklama yapan Öğretmen Adayı-30 “Kalın kenarlı mercek ışınları toplar.” cevabını vermiştir.

Öğretmen adaylarına soru kökünde sadece bir optik aletten yararlanmaları gerektiği açıkça belirtilmiş olsa da bir öğretmen adayı tüm malzemeleri (ince kenarlı ve kalın kenarlı mercek, cam prizma ve cam blok) seçmiştir. İlgili öğretmen adayı açıklamasında kalın kenarlı mercek cevabını verip, yanlış açıklama yapan öğretmen adayları benzer biçimde malzeme (cam) ile ilişkilendirdiği belirlenmiştir. Bütün seçenekleri seçen Öğretmen Adayı-24 açıklamasını “Hepsini kullanabilir çünkü bu camlar mercek görevi görüp güneş ışığından gelen ışınları toplayıp dağıtırlar ve ateş yanmasında etkili olur.” biçiminde gerçekleştirmiştir.

Öğretim sonrasında elde edilen verilerden, tüm öğretmen adaylarının cevabının doğru olduğu ve açıklamalarının bilimsel olarak tam doğru ve kısmen doğru olmak üzere iki ana kategoride toplandığı belirlenmiştir. Bilimsel olarak kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının açıklamalarına bakıldığında ise ön testte yapılan açıklamalara benzer biçimde ince kenarlı merceğin ışığı toplaması ile ilişkilendirildiği ve genel ifadeler kullanıldığı, ince kenarlı merceğin odak noktasında bu toplanmanın olduğu bilgisinin eksik kaldığı görülmüştür. Örneğin Öğretmen Adayı-8 yaptığı açıklamada “İnce kenarlı mercek topladığı için ince kenarlı mercek kullanırız.” ifadesini kullanmıştır. Bununla birlikte aynı kategoride yer alan bir öğretmen adayı (Öğretmen Adayı-30) açıklamasını enerji ile ilişkilendirerek “Üzerine gelen ışınları odakta toplar ve enerji çoğalır.” biçiminde yapmıştır.

#### **4.2 OKT Soru-2’ye Ait Bulgular**

OKT’nin ikinci sorusu beyaz ışığın cam prizmada kırıldıktan sonra kendisini oluşturan renklere ayrılması ile ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarına, camdan yapılmış bir

prizmaya gönderilen beyaz bir ışık ışınının prizmada kırıldığı ve ardından prizma dışına çıktığı bilgisi verilmiş, ardından ışığın izlediği yolu şekil üzerinde göstermeleri istenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarından çizimlerinin gerekçelerini açıklamaları istenmiştir. Bu soruda çizimlerin analizinde öğretmen adaylarının cam prizmanın içinde ve dışında yaptıkları çizimler ayrı ayrı incelenmiştir. Çizim ile ilgili olarak gerçekleştirilen analizlerde aşağıda yer alan kriterler göz önüne alınmıştır. Bu kriterlerin tamamının sağlanması durumunda çizim ilgili bölge (prizmanın içi ya da dışı) için doğru olarak kabul edilmiş, bir ya da iki kriter sağlanmış ise bu durumda çizim kısmen doğru olarak sınıflandırılmıştır. Sorunun analizinde kullanılan kriterler şu şekildedir:

1. Beyaz ışığın prizma içinde (dışında) renklerine ayrılmış olması,
2. Beyaz ışığın prizma içinde (dışında) renklerine doğru sırada ayrılmış olması,
3. Prizma içinde (dışında) kırılan farklı renklerdeki ışık ışınlarının normal(den)e yaklaşması (uzaklaşması).

Öğretim öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen çizimler elde edilen veriler Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2:** Soru-2’ye ait ön test ve son testten elde edilen çizim verileri

Çizim Bölgesi	Çizim	Ön Test N (%)	Son Test N (%)
Prizmanın İçi	Doğru	2 (6.67)	18 (60.00)
	Kısmen Doğru	2 (6.67)	-
	Yanlış	20 (66.67)	12 (40.00)
	Boş	6 (20.00)	-
	Kodlanamaz	-	-
	Toplam	30 (100.00)	30 (100.00)
Prizmanın Dışı	Doğru	-	6 (20.00)
	Kısmen Doğru	12 (40.00)	14 (46.67)
	Yanlış	10 (33.33)	10 (33.33)
	Boş	8 (26.67)	-
	Kodlanamaz	-	-
	Toplam	30 (100.00)	30 (100.00)

Tablo 4.2 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarından %6.67’sinin (N=2) prizmanın içinde gerçekleşen beyaz ışığın kendini oluşturan renklere ayrılması (dispersiyon) ile ilgili çizimi doğru olarak gerçekleştirdiği görülmektedir. Prizmanın içi için kısmen doğru çizim yapan öğretmen adayı oranı ise %6.67’dir. Öğretim öncesinde soru 2’de prizmanın içinde yanlış çizim yapan öğretmen adayı oranının %66.67 (N=20), boş bırakan öğretmen adaylarının oranının ise %20.00 (N=6) olduğu görülmektedir. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının prizmanın dışı için gerçekleştirdikleri çizimler detaylıca incelendiğinde, doğru çizim gerçekleştiren öğretmen adayı olmadığı belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde prizmanın dışı için kısmen doğru çizim yapma oranı ise %40.00 (N=12)'dir. Öğretim öncesinde soru 2'de prizmanın dışında yanlış çizim yapan öğretmen adayı sayısı 10 (%33.33), çizim yapmayı boş bırakan öğretmen adayı sayısı ise 8 (%26.67) olarak belirlenmiştir.

Öğretim sonrasında elde edilen veriler için Tablo 4.2 detaylı olarak incelendiğinde, öğretmen adaylarından %60.00'nin (N=18) prizmanın içinde gerçekleşen beyaz ışığın kendini oluşturan renklere ayrılması (dispersiyon) ile ilgili çizimi doğru olarak gerçekleştirdiği görülmektedir. Öğretim sonrasında soru 2'de prizmanın içinde kısmen doğru çizim yapan öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Öğretim sonrasında soru 2'de prizmanın içinde yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının oranı %40.00 (N=12) olduğu görülmektedir. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının prizmanın dışı için gerçekleştirdikleri çizimler detaylıca incelendiğinde doğru çizim yapan 6 (%20.00) öğretmen adayının olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında soru 2'de prizmanın dışında kısmen doğru çizim yapan 14 (%46.67) öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretim sonrasında soru 2'de prizmanın dışında yanlış çizim yapan 10 (%33.33) öğretmen adayının olduğu görülmektedir. Öğretim sonrasında soru 2'de prizmanın dışında çizim yapmayı boş bırakan öğretmen adayına rastlanılmamıştır.

### **4.3 OKT Soru-3'e Ait Bulgular**

OKT'nin üçüncü sorusu ince kenarlı mercekte görüntü oluşumuyla ilgilidir. Üç aşamadan oluşan bu soruda öğretmen adaylarına, camdan yapılmış bir ince kenarlı mercek ve cisimden oluşan bir optik sistem verilmiştir. İlk aşamada öğretmen adaylarından F ve 2F'nin tam ortasına konumlandırılan bir cismin görüntüsünün oluşup oluşmayacağı sorulmuştur. "Görüntü oluşur" cevabı veren öğretmen adaylarından görüntüyü şekil üzerinde detaylı bir biçimde çizmeleri istenmiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarından verdikleri cevabı ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarından "görüntü oluşmaz" cevabını verenlerden ise bu cevap ile ilgili açıklama yapmaları istenmiştir. İlgili sorunun ikinci aşamasında, optik sistemde yer alan ince kenarlı merceğin sadece alt yarısının kalacağı ve üst kısmının olmadığı belirtilmiştir. Sistemde yer alan diğer tüm elemanlar sabit kalmak üzere öğretmen adaylarından sorunun ilk aşamasındaki biçimde soru ile ilgili çizim ve açıklama yapmaları istenmiştir. Bu aşamada farklı olarak, öğretmen adaylarından "görüntü oluşur" cevabını verenlere yeni görüntü ile merceğin tam olduğu durumdaki görüntü arasında fark olup olmadığı ve varsa farklar sorulmuştur. Son olarak sorunun üçüncü



Soru-3'ün tüm aşamaları için doğru cevap “görüntü oluşur” şeklindedir. Öğretmen adaylarından ayrıca ilgili soruya verdikleri cevabı açıklamaları ve çizim yapmaları da istenmiştir. Tablo 4.3 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin tam olması durumu için doğru cevap verme oranının %93.33 (N=28) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranının %14.28 (N=4), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adayları oranının ise %35.72 (N=10) olduğu görülmektedir. Doğru cevap verdiği halde açıklama ve çizim bölümünü yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı uygulama öncesinde %42.85 (N=12), doğru cevap verdiği halde açıklama ve çizim bölümünü boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise uygulama öncesinde %7.15 (N=2) olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde merceğin tam olması durumu için “görüntü oluşmaz” cevabı veren öğretmen adaylarının oranı %6.67 (N=2)'tir. Görüntü oluşmaz cevabı veren öğretmen adayları açıklama kısmını boş bırakmışlardır. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin sadece alt yarısının olması durumu için doğru cevap verme oranının %26.66 (N=8) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranının %25.00 (N=2), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adayları oranının ise %25.00 (N=2) olduğu görülmektedir. Doğru cevap verdiği halde açıklama ve çizim bölümünü uygulama öncesinde yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı %25.00 (N=2) ve boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise %25.00 (N=2) olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde merceğin alt yarısının bulunduğu durum için “görüntü oluşmaz” cevabı veren öğretmen adaylarının oranı %73.33 (N=22)'tür. Görüntü oluşmaz cevabını veren öğretmen adaylarının %90.91'i (N=20) yanlış açıklama yapmıştır. Açıklama kısmını boş bırakan öğretmen adayları oranı % 9.09 'dur (N=2). Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin sadece üst yarısının olması durumu için doğru cevap verme oranının %40.00 (N=12) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Cevapları kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı %16.67 (N=2) olduğu

görülmektedir. Doğru cevap verdiği halde açıklama ve çizim bölümünü uygulama öncesinde yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı %66.66 (N=8) ve boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise %16.67 (N=2) olarak belirlenmiştir. Öğretim öncesinde merceğin üst yarısının bulunduğu durum için “görüntü oluşmaz” cevabını veren öğretmen adaylarının oranı %60.00 (N=18)’dir. Görüntü oluşmaz cevabını veren öğretmen adaylarının yaptığı açıklamaların tamamı (N=18) yanlıştır.

Tablo 4.3 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin tam olması durumu için doğru cevap verme oranının %100.00 (N=30) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranının %46.66 (N=14), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranının ise %20.00 (N=6) olduğu görülmektedir. Doğru cevap verdiği halde açıklama ve çizim bölümünü yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı ise uygulama sonrasında %33.33 (N=10) olarak belirlenmiştir. Öğretim sonrasında merceğin tam olması durumu için “görüntü oluşmaz” cevabını veren öğretmen adayına rastlanılmamıştır.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin sadece alt yarısının olması durumu için doğru cevap verme oranının %93.33 (N=28) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabule edilen öğretmen adaylarının oranının %35.72 (N=10), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranının ise %50.00 (N=14) olduğu görülmektedir. Doğru cevap verdikleri halde açıklama ve çizim bölümünü uygulama sonrasında yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı %14.28 (N=4) olarak belirlenmiştir. Öğretim sonrasında merceğin alt yarısının bulunduğu durum için “görüntü oluşmaz” cevabı veren öğretmen adaylarının oranı %6.67 (N=2)’dir. Görüntü oluşmaz cevabı veren öğretmen adayları açıklama kısmını boş bırakmışlardır.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin sadece üst yarısının olması durumu için doğru cevap verme oranının %100.00 (N=30) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında doğru cevap veren öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar ve çizimler incelendiğinde ise, açıklamaları ve çizimleri bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı %33.33 (N=10), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı ise,

%6.66 (N=2) olduğu görülmektedir. Doğru cevap verdikleri halde açıklama ve çizim bölümü uygulama sonrasında yanlış öğretmen adaylarının oranı %60.00 (N=18) olarak belirlenmiştir. Öğretim sonrasında merceğin üst yarısının olması durumu için “görüntü oluşmaz” cevabını veren öğretmen adayına rastlanılmamıştır.

#### 4.4 OKT Soru-4’e Ait Bulgular

OKT’nin dördüncü sorusu kırıcı yüzeyler ve özellikleriyle ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarından, güneşten gelen ışık ışınları ile bir kağıdı yakmak için camdan yapılmış farklı optik aletlerden hangisi ya da hangilerini kağıda en yakın konumlandırmaları gerektiğini belirlemeleri istenmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının seçtiği mercekle ya da mercekler analiz edildiğinde ve yapılan açıklamalar incelendiğinde Tablo 4.4’te elde edilmiştir.

**Tablo 4.4:** Soru-4’e ait ön test ve son testten elde edilen veriler

Optik Alet	Seçilen Şık	Açıklama	Ön Test N (%)	Son Test N (%)	
Kalın Kenarlı	a ve b		4 (13.33)	2 (6.67)	
		b	2 (6.67)	2 (6.67)	
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-	
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	2 (50.00)	
		Yanlış	6 (100.00)	2 (50.00)	
		Boş	-	-	
İnce Kenarlı	g*	Kodlanamaz	-	-	
			-	4 (13.33)	
		h**		2 (6.67)	2 (6.67)
			Bilimsel Olarak Doğru	-	2 (33.33)
			Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	2 (33.33)
			Yanlış	2 (100.00)	-
		Boş	-	2 (33.33)	
	g ve h**		Kodlanamaz	-	-
				16 (53.33)	20 (66.66)
			Bilimsel Olarak Doğru	-	2 (10.00)
			Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	10 (62.50)	16 (80.00)
			Yanlış	2 (12.50)	2 (10.00)
		Boş	4 (25.00)	-	
Birden farklı türde	a-h	Kodlanamaz	-	-	
			6 (20.00)	-	
			Bilimsel Olarak Doğru	-	-
			Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
			Yanlış	6 (100.00)	-
			Boş	-	-
Cam Blok Prizma	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
	Toplam		30 (100.00)	30 (100.00)	

\*Doğru cevap, \*\* Kısmen doğru cevap

Soru-4 için doğru cevap “g” seçeneği olup, kısmen doğru cevaplar ise “h” ve “g ve h” seçenekleri şeklindedir. Öğretmen adaylarından ilgili soruya ait verilen seçeneklerden birini veya birden fazlasını seçmeleri ve seçimlerine yönelik açıklama yapmaları istenmiştir. Tablo 4.4 detaylı incelendiğinde, öğretim öncesinde öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kâğıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden a ve b kalın kenarlı merceğin her ikisini de seçenlerin oranı %13.33 (N=4) ve yalnızca b kalın kenarlı merceğini seçenlerin oranı %6.67 (N=2) olmak üzere toplamda kalın kenarlı mercek seçeneğini seçen öğretmen adaylarının oranı %20 (N=6) olduğu belirlenmiştir. Kalın kenarlı mercek seçeneğini seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Yanlış açıklama öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=6) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kâğıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden yalnızca g ince kenarlı merceğini seçenlere ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Öğretmen adaylarının yalnızca h ince kenarlı merceğini seçenlerin oranı %6.67 (N=2) olduğu belirlenmiştir.

İnce kenarlı mercekte yalnızca h seçeneğini seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kâğıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden g ve h ince kenarlı merceğin her ikisini de seçenlerin oranı %53.33 (N=16) olduğu belirlenmiştir.

İnce kenarlı mercekte g ve h seçeneklerinin her ikisini seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %62.50 (N=10), yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %12.50 (N=2) ve açıklama kısmını boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise %25.00 (N=4) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kâğıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden birden farklı türde mercek seçen

öğretmen adaylarının oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir. Birden farklı türde mercekle seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=6) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden cam blok veya prizma seçtiklerine ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Tablo 4.4 detaylı incelendiğinde, öğretim sonrasında öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden a ve b kalın kenarlı merceğin her ikisini de seçenlerin oranı %6.67 (N=2) ve yalnızca b kalın kenarlı merceğini seçenlerin oranı %6.67 (N=2) olmak üzere toplamda kalın kenarlı mercek seçeneğini seçen öğretmen adaylarının oranı %13.34 (N=4) olduğu belirlenmiştir.

Kalın kenarlı mercek seçeneğini seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %50.00 (N=2) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %50.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden yalnızca g ince kenarlı merceğini seçenlerin oranı %13.33 (N=4) ve yalnızca h ince kenarlı merceğini seçenlerin oranı %6.67 (N=2) olmak üzere toplamda g veya h ince kenarlı merceği seçen öğretmen adaylarının oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının g veya h ince kenarlı merceği seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %33.33 (N=2), kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %33.33 (N=2) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adayına rastlanılmamış ve açıklama kısmını boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise %33.33 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden g ve h ince kenarlı merceğin her ikisini de seçenlerin oranı %66.66 (N=20) olduğu belirlenmiştir.

İnce kenarlı mercekte g ve h seçeneklerinin her ikisini de seçen öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %10.00 (N=2), kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %80.00 (N=16) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %10.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden birden farklı türde mercek seçen öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için aynı camdan yapılmış optik aletlerden cam blok veya prizma seçtiklerine ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

#### **4.5 OKT Soru-5'e Ait Bulgular**

OKT'nin beşinci sorusu ışığın dalgaboyunun kırıcılık indisi üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarından, odak uzaklıkları f olan ince ve kalın kenarlı mercekler üzerine paralel olarak gönderilen farklı renklerdeki (kırmızı, yeşil ve mor) ışık ışınlarının davranışını çizmeleri istenmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının yaptığı çizimler mercek bazında değerlendirilmiş ve çizimlerindeki odak uzaklıkları göz önüne alınmıştır. Soru 5'ten elde edilen ön test ve son teste ait veriler Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5:** Soru-5'e ait ön test ve son testten elde edilen veriler

Optik Alet	Çizim	Açıklama	Ön Test N (%)	Son Test N (%)
İnce Kenarlı	$f_k > f_y > f_m^*$		10 (33.33)	22 (73.32)
		Bilimsel Olarak Doğru	-	18 (81.82)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	5 (40.00)	4 (18.18)
		Yanlış	3 (30.00)	-
		Boş	2 (20.00)	-
	$f_m > f_y > f_k$	Kodlanamaz	-	-
			4 (13.34)	4 (13.34)
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	2 (50.00)	-
		Yanlış	2 (50.00)	4 (100.00)
	$f_m = f_y = f_k$	Boş	-	-
		Kodlanamaz	-	-
			6 (20.00)	-
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
	Diğer Cevaplar	Yanlış	6 (100.00)	-
		Boş	-	-
		Kodlanamaz	-	-
			4 (13.34)	4 (13.34)
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-
Kalın Kenarlı	$f_k > f_y > f_m^*$	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	3 (75.00)
		Yanlış	4 (100.00)	1 (25.00)
		Boş	-	-
		Kodlanamaz	-	-
			6 (20.00)	-
	$f_m > f_y > f_k$		8 (26.67)	25 (83.33)
		Bilimsel Olarak Doğru	-	18 (72.00)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	4 (50.00)	5 (20.00)
		Yanlış	4 (50.00)	2 (8.00)
		Boş	-	-
	$f_m = f_y = f_k$	Kodlanamaz	-	-
			6 (20.00)	2 (6.66)
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	2 (33.33)	-
		Yanlış	4 (66.67)	2 (100.00)
Diğer Cevaplar	Boş	-	-	
	Kodlanamaz	-	-	
		6 (20.00)	-	
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-	
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-	
Diğer Cevaplar	Yanlış	4 (66.67)	-	
	Boş	2 (33.33)	-	
	Kodlanamaz	-	-	
		-	1 (3.33)	
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-	
Toplam	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	2 (100.00)	
	Yanlış	-	-	
	Boş	-	-	
	Kodlanamaz	-	-	
		10 (33.33)	2 (6.68)	
	30 (100.00)	30 (100.00)		

\*Doğru cevap

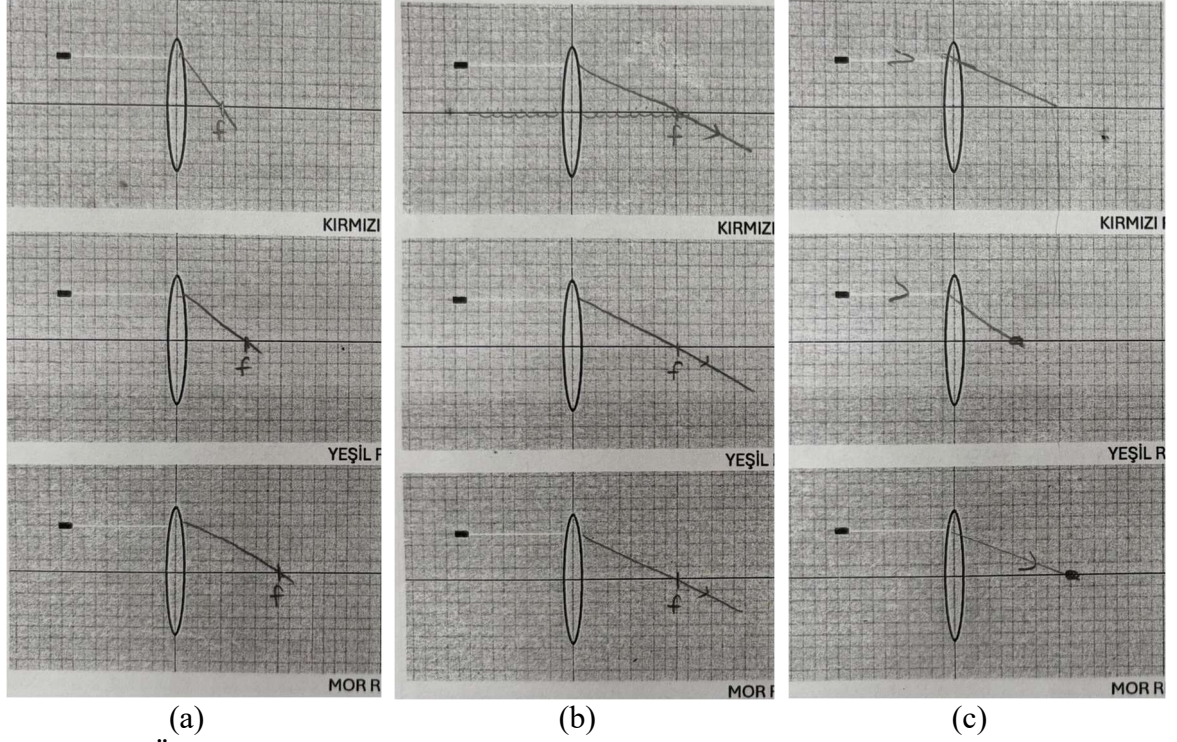
Soru-5'in tüm aşamaları için doğru cevap " $f_k > f_y > f_m$ " şeklindedir. Öğretmen adaylarından ilgili soruya yaptıkları çizimler ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Tablo 4.5 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde doğru çizim yapma oranları %33.33 (N=10) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru çizim yapan öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde, çizimleri ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Çizimleri doğru olup, açıklamaları kısmen doğru olan öğretmen adaylarının oranı %50.00 (N=5) olduğu görülmektedir. Doğru çizim yaptıkları halde açıklamaları yanlış olan öğretmen adaylarının oranı %30.00 (N=4), açıklamaları boş olan öğretmen adaylarının oranı ise %20.00 (N=2) olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak " $f_m > f_y > f_k$ " sıralamasını yapanların oranı %13.34 (N=4) olduğu belirlenmiştir. İlgili kategoriye ait örnek çizim Şekil 4.1.a'da verilmiştir. Öğretim öncesinde yanlış çizim yaparak kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %50.00 (N=2) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %50.00 (N=2) olduğu görülmektedir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak " $f_m = f_y = f_k$ " sıralamasını yapanların oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir. İlgili kategoriye ait örnek çizim Şekil 4.1.b'de verilmiştir. Öğretim öncesinde yanlış çizim yaparak, bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=6) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde verdikleri diğer cevapların oranı %13.34 (N=4) olduğu belirlenmiştir. Diğer cevaplara örnek çizim Şekil 4.1.c'de verilmiştir. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevaplar incelendiğinde bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yaptıklarına dair bir bulguya rastlanılmamıştır. Yanlış açıklama yapanların oranı ise %100.00 (N=4) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde kodlanamaz şekilde yaptıkları çizimlerin oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir.



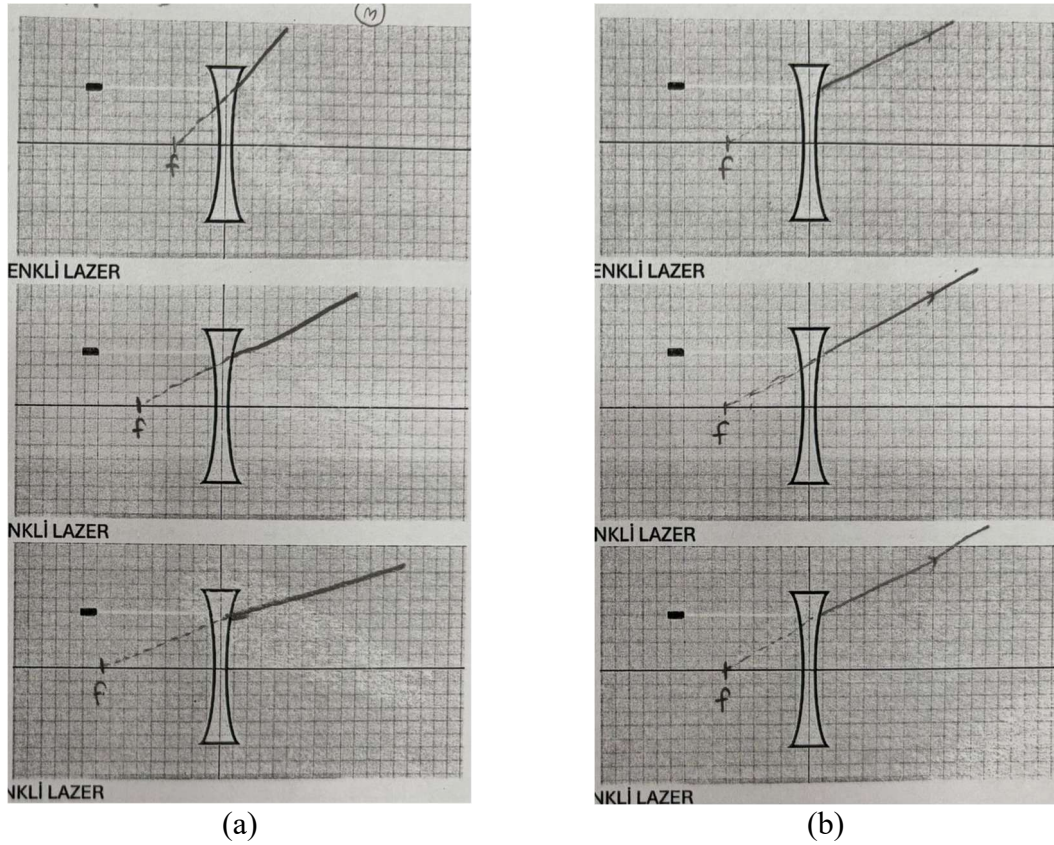
**Şekil 4.1:** Öğretim öncesi ince kenarlı mercek için a)  $f_m > f_y > f_k$  b)  $f_m = f_y = f_k$  c) diğer çizim örnekleri

Tablo 4.5 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde doğru çizim yapma oranları %26.67 (N=8) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde doğru çizim yapan öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde çizimleri ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adayına rastlanılmamıştır. Çizimleri doğru olup, açıklamaları kısmen doğru olan öğretmen adaylarının oranı %50.00 (N=4), açıklamaları yanlış olan öğretmen adaylarının oranı ise %50.00 (N=4) olduğu belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak " $f_m > f_y > f_k$ " sıralamasını yapanların oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde yanlış çizim yaparak, kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %33.33 (N=2) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %66.67 (N=4) olduğu görülmektedir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde verdikleri “  $f_m = f_y = f_k$ ” oranı %20.00 (N=6) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevaplar incelendiğinde bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yaptıklarına dair bir bulguya rastlanılmamıştır. Yanlış açıklama yapanların oranı %66.67 (N=4) ve açıklama kısmını boş bırakan öğretmen adaylarının oranı ise %33.33 (N=2) olduğu görülmektedir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde kodlanamaz şekilde yaptıkları çizimlerin oranı %33.33 (N=10) olduğu belirlenmiştir. Kalın kenarlı mercek için örnek çizimler Şekil 4.2’de verilmiştir.



**Şekil 4.2:** Öğretim öncesi kalın kenarlı mercek için a)  $f_m > f_y > f_k$  b)  $f_m = f_y = f_k$  çizim örnekleri

Tablo 4.5 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde doğru çizim yapanların oranı %73.32 (N=22) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında doğru çizim yapan öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde çizimleri ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edenlerin oranı %81.82 (N=18), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı ise %18.18 (N=4) olarak belirlenmiştir.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak “ $f_m > f_y > f_k$ ” sıralamasını yapanların oranının %13.34 (N=4) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının yanlış çizim yaparak bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru kabul edilen bir açıklamaya rastlanılmamıştır. Öğretim sonrasında açıklama kısmını yanlış yapan öğretmen adaylarının oranının ise %100.00 (N=4) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak “ $f_m = f_y = f_k$ ” sıralamasını yapan öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde verdikleri diğer cevapların oranı %13.34 (N=4) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevaplar incelendiğinde bilimsel olarak doğru kabul edilen bir açıklamaya rastlanılmamıştır. Öğretim sonrasında kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının cevaplarının oranı %75.00 (N=3), yanlış kabul edilen öğretmen adaylarının oranı ise %25.00 (N=1) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde kodlanamaz şekilde yaptıkları çizimlerin oranına ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Tablo 4.5 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde doğru çizim yapma oranları %83.33 (N=25) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında doğru çizim yapan öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde, çizimleri ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı %72.00 (N=18), kısmen doğru kabul edilen öğretmen adaylarının oranı ise %20.00 (N=5) olduğu belirlenmiştir. Çizimleri doğru olmasına rağmen açıklamaları yanlış yapan öğretmen adaylarının oranı %8.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak “ $f_m > f_y > f_k$ ” sıralamasını yapanların oranı %6.66 (N=2) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalar incelendiğinde, açıklamaları yanlış olan öğretmen adaylarının oranını %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde yanlış çizim yaparak “ $f_m = f_y = f_k$ ” sıralamasını yapan öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde verdikleri diğer cevapların oranı %3.33 (N=1) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevaplar incelendiğinde bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamaya dair bir bulguya rastlanılmamıştır. Kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı mercekte kırmızı-yeşil-mor ışık ışınları gönderildiğinde kodlanamaz şekilde yaptıkları çizimlerin oranı %6.68 (N=2) olduğu belirlenmiştir.

#### **4.6 OKT Soru-6’ya Ait Bulgular**

OKT’nin altıncı sorusu ortamın değişkeninin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarından, odak uzaklıkları  $f$  olan ince ve kalın kenarlı mercekler üzerine paralel olarak gönderilen tek renkli ışık ışınlarının farklı ortamlardaki (hava ve su) davranışını çizmeleri istenmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının yaptığı çizimler mercek bazında değerlendirilmiş ve çizimlerindeki odak uzaklıkları göz önüne alınmıştır. Soru 6’dan elde edilen ön test ve son teste ait veriler Tablo 4.6’da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Soru-6'ya ait ön test ve son testten elde edilen veriler

Optik Alet	Çizim	Açıklama	Ön Test N (%)	Son Test N (%)
İnce Kenarlı	$f_{su} > f_{hava}^*$		8 (26.66)	13 (43.33)
		Bilimsel Olarak Doğru	1 (12.50)	10 (76.92)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	5 (62.50)	3 (23.08)
		Yanlış	2 (25.00)	-
		Boş	-	-
	$f_{hava} > f_{su}$		16 (53.34)	16 (53.34)
		Bilimsel Olarak Doğru	4 (25.00)	8 (50.00)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	7 (43.75)	6 (37.50)
		Yanlış	5 (31.25)	2 (12.50)
		Boş	-	-
	Diğer Cevaplar		-	-
		Bilimsel Olarak Doğru	-	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	-	-
		Boş	-	-
Kalın Kenarlı	$f_{su} > f_{hava}^*$	Kodlanamaz	6 (20.00)	1 (3.33)
			7 (23.33)	10 (33.33)
		Bilimsel Olarak Doğru	2 (28.57)	10 (100.00)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	5 (71.43)	-
		Yanlış	-	-
	$f_{hava} > f_{su}$		10 (33.34)	19 (63.33)
		Bilimsel Olarak Doğru	3 (30.00)	8 (42.11)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	3 (30.00)	6 (31.58)
		Yanlış	4 (40.00)	5 (26.31)
		Boş	-	-
	Diğer Cevaplar		-	-
		Bilimsel Olarak Doğru	3 (100.00)	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	-	-
		Boş	-	-
Kodlanamaz		-	-	
		10 (33.33)	1 (3.33)	
Toplam			30 (100.00)	30 (100.00)

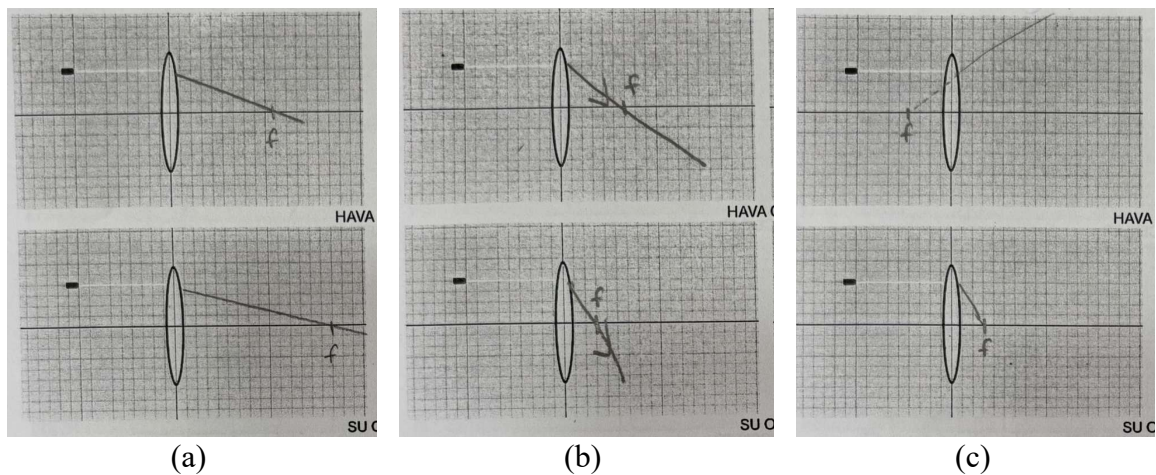
\*Doğru cevap

Soru-6'nın tüm aşamaları için doğru cevap " $f_{su} > f_{hava}$ " şeklindedir. Öğretmen adaylarından ilgili soruya yaptıkları çizimler ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Tablo 4.6 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu

çizimleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %26.66 (N=8) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %12.50 (N=1), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %62.50 (N=5) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %25.00 (N=2) olduğu belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{hava} > f_{su}$ " sıralamasını yapanların oranı %53.34 (N=16) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %25.00 (N=4), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %43.75 (N=7) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %31.25 (N=5) olduğu belirlenmiştir.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde verdikleri diğer cevaplara ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde yapılan çizimler incelendiğinde 6 kişinin (%20.00) kodlanamaz şekilde çizim yaptığı belirlenmiştir. Örnek öğrenci çizimleri Şekil 4.3'te verilmiştir.

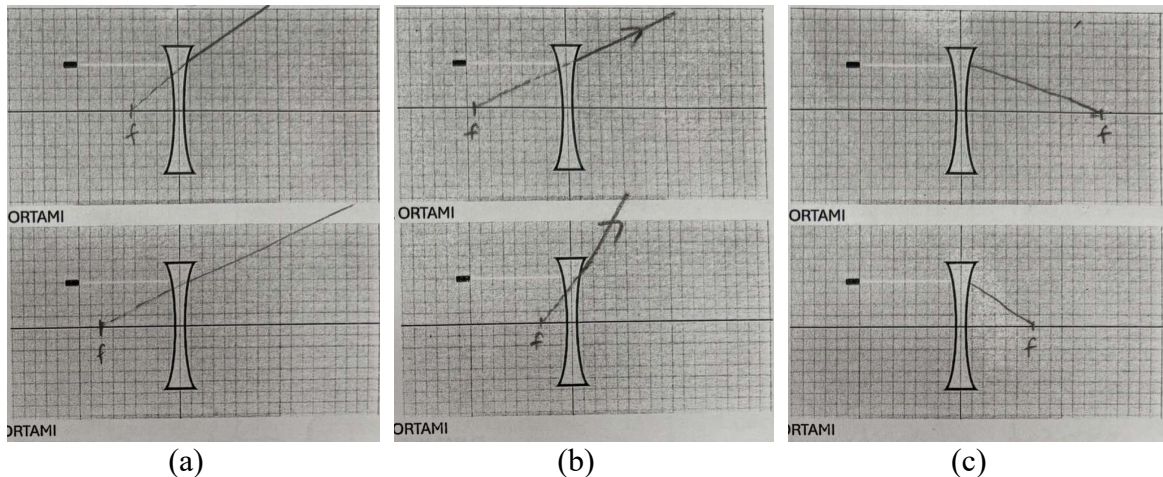


**Şekil 4.3:** Öğretim öncesi ince kenarlı merceğin için a)  $f_{su} > f_{hava}$  b)  $f_{hava} > f_{su}$  c) kodlanamaz

Tablo 4.6 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği

yolu çizmeleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %23.33 (N=7) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %28.57 (N=2), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %71.43 (N=5) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{hava} > f_{su}$ " sıralamasını yapanların oranı %33.34 (N=10) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %30.00 (N=3), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %30.00 (N=3) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %40.00 (N=4) olduğu belirlenmiştir. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde verdikleri diğer cevapların oranı %10.00 (N=3) olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevapların açıklamaları incelendiğinde, yanlış açıklama yapanların oranı %100.00 (N=3) olduğu görülmüştür. Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde yapılan çizimler incelendiğinde 10 kişinin (%33.33) kodlanamaz şekilde çizim yaptığı belirlenmiştir. Örnek Öğrenci çizimleri Şekil 4.4'te verilmiştir.



**Şekil 4.4:** Öğretim öncesi kalın kenarlı merceğin için a)  $f_{su} > f_{hava}$  b)  $f_{hava} > f_{su}$  c) kodlanamaz

Tablo 4.6 detaylı olarak incelendiğinde, öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre doğru çizim yapma

oranının %43.33(N=13) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %76.92 (N=10), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %23.08 (N=3) olduğu görülmüştür. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak “ $f_{hava} > f_{su}$ ” sıralamasını yapanların oranı %53.34 (N=16) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %50.00 (N=8), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %37.50 (N=6) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %12.50 (N=2) olduğu belirlenmiştir.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumlarına göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde verdikleri diğer cevaplara ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Kodlanamaz olarak sınıflandırılan çizime sahip öğrenci sayısı ise 1’dir (%3.33). Tablo 4.6 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı % 33.33 (N=10) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranının %100.00 (N=10) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak “ $f_{hava} > f_{su}$ ” sıralamasını yapanların oranı %63.33 (N=18) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapanların oranı %42.115 (N=8), kısmen doğru açıklama yapanların oranı ise %31.58 (N=6) olduğu görülmüştür. Yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %26.31 (N=5) olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin su ve hava ortamlarında bulunma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde verdikleri diğer cevaplara ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Kodlanamaz olarak sınıflandırılan çizime sahip öğrenci sayısı ise 1’dir (%3.33).

#### 4.7 OKT Soru-7'ye Ait Bulgular

OKT'nin yedinci sorusu merceklerin yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Bu soruda öğretmen adaylarından, ince ve kalın kenarlı mercekler üzerine paralel olarak gönderilen tek renkli ışık ışınlarının farklı malzemelerden yapılmış (cam ve elmas) merceklerdeki davranışını çizmeleri istenmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının yaptığı çizimler mercek bazında değerlendirilmiş ve çizimlerindeki odak uzaklıkları göz önüne alınmıştır. Soru 7'den elde edilen ön test ve son teste ait veriler Tablo 4.7'de verilmiştir.

**Tablo 4.7:** Soru-7'ye ait ön test ve son testten elde edilen veriler

Optik Alet	Çizim	Açıklama	Ön Test N (%)	Son Test N (%)
İnce Kenarlı	$f_{cam} > f_{elmas}^*$	Bilimsel Olarak Doğru	24 (80.00)	26 (86.66)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	16 (66.66)	26 (100.00)
		Yanlış	6 (25.00)	-
		Boş	2 (8.34)	-
		Kodlanamaz	-	-
	$f_{elmas} > f_{cam}$	Bilimsel Olarak Doğru	3 (10.00)	2 (6.67)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	3 (100.00)	2 (100.00)
		Boş	-	-
		Kodlanamaz	-	-
	$f_{cam} = f_{elmas}$	Bilimsel Olarak Doğru	1 (3.33)	2 (6.67)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	1 (100.00)	2 (100.00)
		Boş	-	-
		Kodlanamaz	-	-
Kalın Kenarlı	$f_{cam} > f_{elmas}^*$	Kodlanamaz	2 (6.66)	-
		Bilimsel Olarak Doğru	14 (46.66)	24 (80.00)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	12 (85.72)	24 (100.00)
		Yanlış	2 (14.28)	-
		Boş	-	-
	$f_{elmas} > f_{cam}$	Kodlanamaz	-	-
		Bilimsel Olarak Doğru	2 (6.67)	4 (13.33)
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	2 (100.00)	2 (50.00)
		Boş	-	2 (50.00)
	$f_{cam} = f_{elmas}$	Kodlanamaz	-	-
		Bilimsel Olarak Doğru	2 (6.67)	-
		Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-
		Yanlış	-	-
		Boş	2 (100.00)	-
Kodlanamaz	Boş	-	-	
	Kodlanamaz	-	-	
	Bilimsel Olarak Doğru	-	-	
	Bilimsel Olarak Kısmen Doğru	-	-	
	Yanlış	2 (40.00)	2 (6.67)	
Toplam			30 (100.00)	30 (100.00)

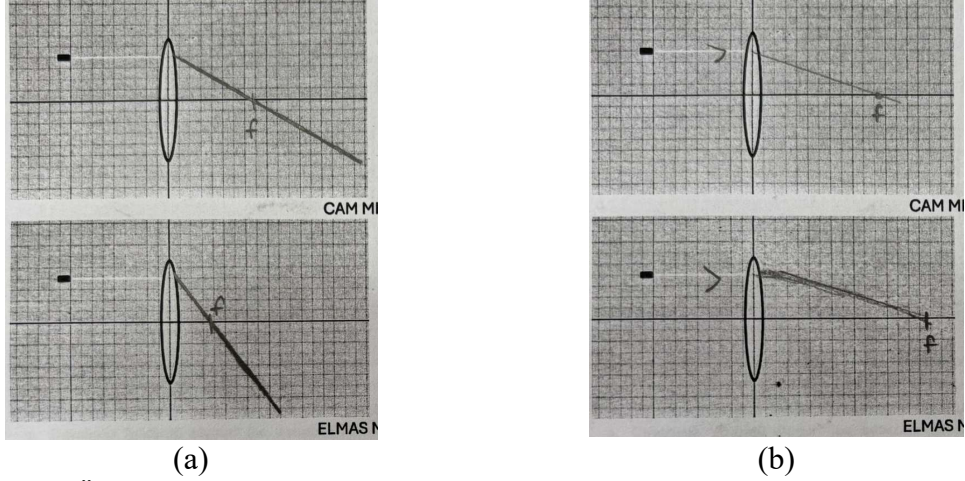
\*Doğru cevap

Soru-7'nin tüm aşamaları için doğru cevap " $f_{cam} > f_{elmas}$ " şeklindedir. Öğretmen adaylarından ilgili soruya yaptıkları çizimler ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Tablo 4.7 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %80.00 (N=24) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %66.66 (N=16), kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %25.00 (N=6) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %8.34 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} > f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %10.00 (N=3) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=3) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} = f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %3.33 (N=1) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=1) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yapılan çizimler incelendiğinde 2 kişinin (%6.66) kodlanamaz şekilde çizim yaptığı belirlenmiştir. Soru 7'ye ait örnek öğrenci çizimleri Şekil 4.5'te verilmiştir.

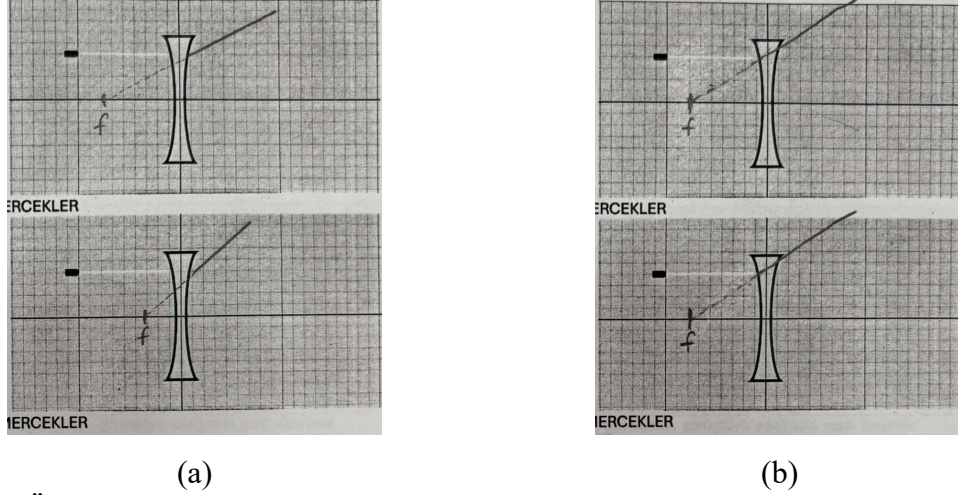


Şekil 4.5: Öğretim öncesi ince kenarlı mercek için a)  $f_{cam} > f_{elmas}$  b)  $f_{elmas} > f_{cam}$

Tablo 4.7 detaylı olarak incelendiğinde öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %46.66 (N=14) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %85.72 (N=12), kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %14.28 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} > f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %6.67 (N=2) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adayına ait bir bulguya rastlanılmamış ve kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı ise %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} = f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %6.66 (N=2) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür. Kodlanamaz şekilde çizim yapan öğretmen adayı sayısı ise 12'dir (%40.00). Öğretim öncesi kalın kenarlı mercekler için öğretmen adayları tarafından yapılan örnek çizimler Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6: Öğretim öncesi kalın kenarlı mercek için a)  $f_{cam} > f_{elmas}$  b)  $f_{elmas} > f_{cam}$

Tablo 4.7 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %86.66 (N=26) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100 (N=26) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} > f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %6.67 (N=2) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranının %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemeden yapılma durumunda göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizmeleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} = f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranı %6.67 (N=2) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru cevap veren öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Kısmen doğru cevap veren öğretmen adaylarının oranı ise %100.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının ince kenarlı merceğin cam veya elmas malzemedeki yapıma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yapılan çizimler incelendiğinde öğretmen adaylarının kodlanamaz şekilde çizim yaptığına ait bir bulguya rastlanılmamıştır.

Tablo 4.7 detaylı olarak incelendiğinde öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin cam veya elmas malzemedeki yapıma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, doğru çizim yapanların oranı %80.00 (N=24) olduğu belirlenmiştir. Doğru çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %100.00 (N=24) olduğu görülmektedir.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarından kalın kenarlı mercek ile ilgili yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} > f_{cam}$ " sıralamasını yapanların oranının %13.33 (N=4) olduğu belirlenmiştir. Yanlış çizim yapan öğretmen adaylarının açıklamaları incelendiğinde, bilimsel olarak kısmen doğru açıklama yapan öğretmen adaylarının oranı %50.00 (N=2) ve yanlış açıklama yapan öğretmen adaylarının oranının %50.00 (N=2) olduğu görülmüştür.

Öğretim sonrasında öğretmen adaylarının kalın kenarlı merceğin cam veya elmas malzemedeki yapıma durumuna göre gönderilen ışığın izlediği yolu çizimleri istendiğinde, yanlış çizim yaparak " $f_{elmas} = f_{cam}$ " sıralamasını yapan öğretmen adaylarına ait bir bulguya rastlanılmamıştır. Kodlanamaz biçimde çizim yapan öğretmen adayı sayısı 2'dir (%6.67).

#### **4.8 Algodoo Görüş Formuna Ait Bulgular**

Öğretmen adaylarının çalışma sonunda Algodoo hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amacı ile uygulanan ve 6 sorudan oluşan Algodoo Görüş Formundan elde edilen veriler sırası ile bu başlık altında sunulmuştur.

Algodoo Görüş Formu'nun ilk sorusu öğretmen adaylarının daha önce farklı derslerinde Algodoo uygulamasını kullanıp kullanmamaları ile ilgilidir. Bu soruya öğretmen adaylarından üçü (%10) "Evet" cevabını vermiştir. Evet cevabını veren öğretmen adaylarının tamamı uygulamayı kullandıkları ders olarak "Fen Öğretimi" dersini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları uygulamayı, kendilerine grup olarak verilen bir

ödevde fizik ile ilgili bir konunun öğretimi için ders planı hazırlanması esnasında öğrenip kullandıklarını belirtmişlerdir.

Formun ikinci sorusunda yer alan ileride öğretmenlik hayatlarında Algodoo uygulamasını kullanmayı düşünüp düşünmedikleri sorusuna öğretmen adaylarının tamamı “Evet” cevabını vermişlerdir. Açıklama kısmında ise öğretmen adaylarının 16’sı (%53.33) Algodoo uygulamasının kavramları somutlaştırmada yardımcı olduğundan bahsetmişlerdir. Örneğin Öğretmen Adayı-20 açıklamasında “Evet, özellikle fizik konularının öğrencilere somut olarak gösterebileceğimiz bir uygulama olduğu için ve öğrencilerin anlamasını kolaylaştıracağı için kullanırım.” ifadesini kullanmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının 8’i (%26.67) deneyler yerine Algodoo uygulamasının kullanılmasının zaman açısından fayda sağlayabileceğini belirtmiş, 6’sı (%20.00) uygulamanın öğrenciler tarafından eğlenceli kabul edilebileceğini ve bu durumun öğrenmelerini olumlu yönde etkileyeceğini ifade etmişlerdir. Örneğin Öğretmen Adayı-14 “Evet, düşünüyorum. Çünkü uygulama bizim yaş grubumuzu bile çok etkilemişken ortaokul öğrencilerinin daha çok dikkatini çekip öğrenmelerini kolaylaştıracağı düşünüyorum.” ifadesini kullanmıştır.

Algodoo Görüş Formu’nun üçüncü sorusu öğretmen adaylarının ileride Algodoo uygulamasını kullanmayı düşündükleri takdirde hangi konularda kullanabileceklerini ifade etmeleri ile ilgilidir. İlgili sorudan elde edilen veriler Tablo 4.8’de verilmiştir.

**Tablo 4.8:** Algodoo görüş formu soru 3’ten elde edilen veriler

Ders/ Konu	Öğretmen Adayı Sayısı N (%)
Fizik	14 (46.67)
Optik	14 (46.67)
Kuvvet ve Hareket	10 (33.33)
Mercek	8 (26.67)
Kırılma	8 (26.67)
Basit Makineler	5 (16.67)
Sürtünme	3 (10.00)
Kırılma	2 (6.67)
Enerji	2 (6.67)

Elde edilen veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamının bu soruda fizik dersi ve konuları ile ilgili cevaplar verdiği görülmüştür. Öğretmen adaylarından 14’ü (%46.67) “Fizik” cevabını vermiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının genellikle “Optik” ve

optik ile ilgili konuları cevap olarak verdiği belirlenmiştir. Ayrıca “Kuvvet ve Hareket” cevabı da öğretmen adaylarından 10’u (%33.33) tarafından verilmiştir. Öğretmen adayları bu soruya cevap verirken birden fazla konu/ders başlığı yazabilmektedirler. Bu sebeple elde edilen toplam sayı çalışma grubunun toplam sayısı olan 30’dan fazla olmuştur.

Öğretmen adaylarına Algodoo uygulamasını çalışma esnasında kullanırken karşılaştıkları zorlukların sorulduğu soru 4’ten elde edilen veriler Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.9:** Algodoo görüş formu soru 4’ten elde edilen veriler

Cevap	Öğretmen Adayı Sayısı N (%)
Uygulamanın İngilizce Olması Beni Zorladı	8 (26.67)
Zorluk Yaşamadım	8 (26.67)
Simgelerin Ne Anlama Geldiğini Öğrenmek Zorlandım	6 (20.00)
Simgelerin Yerini Bulmakta Zorlandım	5 (16.67)
Çizim Yapmakta Zorlandım	4 (13.33)
Boş	1 (3.33)

Öğretmen adaylarından 8’i (%26.67) Algodoo uygulamasının İngilizce olmasının programı kullanırken yaşadığı zorluk olarak uygulamanın İngilizce olmasını göstermiştir. Öğretmen adayların yaşadığı diğer zorluklar ise simgelerin anlamı ve yeri ile ilgilidir. Son olarak öğretmen adaylarından 4’ü (%13.33) Algodoo uygulamasında çizim yapmakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Zorluk yaşamadığını ifade eden öğretmen adaylarının sayısı ise 8’dir (%26.67). Öğretmen adayları bu soruya cevap verirken birden fazla sebep yazabilmektedirler. Bu sebeple elde edilen toplam sayı çalışma grubunun toplam sayısı olan 30’dan fazla olmuştur. Algodoo kullanımının fen bilimleri dersinde ne gibi avantajlarının olabileceğinin sorgulandığı 5. sorudan elde edilen veriler Tablo 4.10’da verilmiştir.

**Tablo 4.10:** Algodoo görüş formu soru 5’ten elde edilen veriler

Cevap	Öğretmen Adayı Sayısı N (%)
Soyut Konuların/Kavramların Somutlaştırılmasını Sağlar	15 (50.00)
Laboratuvar Olmayan Koşullarda Deney Yapma Şansı Verir	6 (20.00)
Etkileşimli Öğrenmeyi Sağlar	5 (16.67)
Kalıcı Öğrenmeyi Sağlar	5 (16.67)
Öğrencilerin Konuları Pekiştirmesini Sağlar	4 (13.33)
Fen Okuryazarlığına Katkı Sağlar	2 (6.67)

Tablo 4.10 incelendiğinde öğretmen adaylarının Algodoo uygulamasının fen bilimleri dersi esnasında kullanılmasının en büyük avantajını soyut konuların somutlaştırılması (%50.00) olarak ifade ettikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte laboratuvar koşullarının kısıtlı olduğu durumlarda kullanılabilmesi de 6 öğretmen adayı (%20.00) tarafından uygulamanın en önemli avantajlarından birisi olarak ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının verdikleri diğer cevaplar ise Algodoo'nun etkileşimli ve kalıcı öğrenmeyi sağlaması ile öğrencilere ilgili konuları pekiştirme şansı vermesidir. Ayrıca 2 öğretmen adayı Algodoo kullanımının avantajları arasında fen okuryazarlığını artırma olduğunu belirtmiştir.

Formun son sorusu öğretmen adaylarının diğer dersleri kapsamında Algodoo'ya benzer bir uygulama kullanıp kullanmadıkları ile ilgilidir. Kullanan öğretmen adaylarından ilgili programlar ile Algodoo'yu karşılaştırmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarından 15'i (%50.00) benzer programlar kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının tamamı uygulama adı olarak "PhET İnteraktif Simülasyonları"ni belirtmişlerdir. Karşılaştırma açısından 4 öğretmen adayı herhangi bir karşılaştırma yapmamıştır. Karşılaştırma yapan öğretmen adaylarından 2'si PhET Simülasyonlarını daha önce kimya dersi kapsamında kullandıklarını ifade etmiştir. Bunun dışında bir karşılaştırma yapmamışlardır. Geri kalan ve PhET Simülasyonları cevabını veren 9 öğretmen adayının tamamı Algodoo'da istedikleri şekilde uygulamalar yapabildiklerini ve bu durumun kendileri açısından avantaj oluşturduğunu belirtmişlerdir. Örneğin Öğretmen Adayı-3 açıklamasında "Evet phet uygulamasını daha önce kullandım. Fakat Algodoo'da yeni model ve örnek yaratma imkânımız vardı." ifadesini kullanmıştır. Benzer şekilde Öğretmen Adayı-16 karşılaştırmasını "Phet kullandım. Mesela phette düz bir zeminde sadece kuvvet ile itebilirken Algodoo'da kendi istediğimiz şekilde eğitim verebiliyoruz. Ayrıca kendi istediğimiz şekilleri de oluşturabiliyoruz." şeklinde yapmıştır.

## 5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğretmen adaylarının optik konusundaki kavramsal anlamalarının geliştirilmesi amacıyla Algodoo destekli teknoloji tabanlı bir öğretim uygulanmıştır. Toplam yedi hafta süren öğretim süreci boyunca öğretmen adaylarıyla mercekler, türleri, kullanım alanları ve görüntü oluşumu, gökkuşağı oluşumu ve renkler, ışığın kırıcı yüzeylerdeki davranışı ve kırıcılık indisine etki eden değişkenler gibi temel optik kavramlar işlenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, gerçekleştirilen öğretimin kavramsal anlamaya etkisi ile ilgili sonuçlar ön test ve son test olarak uygulanan Optik Kavram Testi'nden elde edilen bulgular ışığında sunulmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının Algodoo kullanımına ilişkin görüşlerinden elde edilen sonuçlar da bu bölümde verilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen tüm sonuçlardan sonra ortaya çıkan öneriler de yine bu başlık altında sunulmuştur.

### 5.1 Optik Kavram Testinden Elde Edilen Sonuçlar

Çalışma kapsamında, kırıcı yüzeyler ve özellikleri ile ilgili olarak sorulan ilk soruda öğretmen adaylarından %20.00'sinin güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak ateş yakmak için camdan yapılmış bir ince kenarlı mercek kullanılması gerektiğini bilmedikleri, Algodoo destekli olarak gerçekleştirilen öğretim sonrasında ise tüm öğretmen adaylarının ince kenarlı mercek cevabını verdiği görülmüştür. Benzer şekilde öğretmen adaylarının tamamı öğretim sonrasında bilimsel olarak doğru ve bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilen açıklamalar yapmışlardır. Öğretim öncesinde kalın kenarlı mercek cevabını vererek "Kalın kenarlı mercek ışınları toplar." açıklamasını yapan öğretmen adayının sahip olduğu kavram yanılığı Ahçı (2012) tarafından lisans seviyesinde tespit edilen kavram yanılığı ile örtüşmektedir. Kalın kenarlı merceklerin ışık ışınlarını odak noktalarından geçecek şekilde kırabildikleri ile ilgili benzer kavram yanılığı Aydın (2007) tarafından yine fen bilgisi öğretmen adaylarında gözlemlenmiştir. Bu sonuçtan hareketle öğretmen adaylarının ince ve kalın kenarlı merceklerin özelliklerini birbiri ile karıştırdıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarının ince kenarlı ve kalın kenarlı merceklerin işlevlerini birbiri ile karıştırdığı Taşlıdere ve Bedur (2015)'un çalışmasında elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. Bu durumun sebebi olarak öğrencilerin mercekler ile ilgili özellikleri genellikle ezberlemeleri gösterilebilir.

Optik kavram testinin ikinci sorusu beyaz ışığın cam prizmada kırıldıktan sonra kendisini oluşturan renklere ayrılması ile ilgilidir. Öğretmen adaylarından sadece 2'si öğretim öncesinde prizmanın içinde doğru çizim yaparken, prizmanın dışında doğru çizim yapan öğretmen adayı belirlenememiştir. Öğretim sonrasında ise doğru çizim yapan öğretmen adaylarının sayısında hem prizmanın içi hem de dışı için artış belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının çizimleri değerlendirildiğinde, ön testte ve son testte birçok öğretmen adayının prizma dışında doğru ya da yanlış sıralama ile beyaz ışığı renklerine ayırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç Kara vd. (2003) çalışması ile paralellik göstermektedir. Kara vd. (2003) çalışmasında öğrencilerin beyaz ışığın renklere ayrılması konusunda başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Fakat ön testte öğretmen adaylarından sadece ikisi prizma içinde beyaz ışığın renklerine ayrıldığını çizimi ile belirtmiştir. Son testte ise 18 öğretmen adayı prizma içinde beyaz ışığı kendisini oluşturan renklere doğru biçimde ayırmıştır. Bu durum önceki öğrenmeler esnasında yapılan çizimlerin genellikle sadece prizma dışındaki ışık davranışını karakterize edecek şekilde gerçekleştirilmiş olması ile açıklanabilir. Widiyatmoko ve Shimizu (2018) ışık ve optik aletlerle ilgili kavram yanlışlarının temel kaynaklarını günlük deneyimler, kullanılan dil, öğretmen tutumları ve ders kitapları olarak belirtmektedir. Bununla birlikte öğretmen adayları Algodoo ile gerçekleştirmiş oldukları etkinlikler esnasında prizma, ince ve kalın kenarlı merceklerde beyaz ışığın izlediği yolu programda yer alan yakınlaştırma özelliği sayesinde net biçimde takip edebilmektedirler. Öğretmen adaylarının prizma içindeki çizimlerinin doğruluk oranının öğretim sonrasında artmış olması bu şekilde yorumlanabilir.

İnce kenarlı mercekte görüntü oluşumuyla ilgili üç aşamadan oluşan Optik Kavram Testi'nin üçüncü sorusunda öğretmen adaylarına, camdan yapılmış yarım ve tam ince kenarlı mercek ve cisimden oluşan bir optik sistem verilmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplar incelendiğinde ince kenarlı mercek önünde ( $F$  ve  $2F$ 'in tam ortasına) bulunan bir cismin görüntüsünün oluşacağını öğretim öncesi ve sonrasında bildikleri ortaya konmuştur. Bu durum geçmiş öğrenmeler ve bazı öğretmen adaylarının günlük tecrübeleri ile açıklanabilir. Görüntü oluşur cevabını veren öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bilimsel olarak doğru ve kısmen doğru açıklama yapma oranları uygulama öncesine göre artış göstermiştir. Öğretmen adaylarının hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında görüntü çizimlerinde hatalar bulunmaktadır. Kara vd. (2003) çalışmalarında öğrencilerin merceklerle gelen ışık ışınlarının kırıldıktan sonra izledikleri yolları doğru olarak çizemediklerini belirtmişlerdir. Öztekin (2018), ince ve kalın kenarlı merceklerde görüntü oluşumu ile ilgili

olarak öğretmen adaylarının bilgi ve uygulama düzeylerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Ozdemir vd. (2020) benzer şekilde çalışmalarında optisyenlerin ince ve kalın kenarlı merceklerde görüntü özellikleri ve oluşumu ile ilgili hatalara sahip olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları her ne kadar 12 hafta önce geleneksel öğretim yöntemi ile Fizik III dersi kapsamında optik konuları ile ilgili bir öğretim almış olsalar da, ortaya çıkan bu çizim ve uygulama problemi, alınan bu öğretimin kalıcılık ile ilgili başarılı olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Optik Kavram Testi'nin üçüncü sorusunun diğer iki aşamasında sırası ile optik sistemde yer alan ince kenarlı merceğin sadece alt yarısının ve üst yarısının kalacağı belirtilmiştir. Bu aşamada ayrıca öğretmen adaylarından “görüntü oluşur” cevabını verenlere, yeni görüntü ile merceğin tam olduğu durumdaki görüntü arasında fark olup olmadığı ve varsa farklar sorulmuştur. Her iki aşama için de ön testte öğretmen adayları tarafından en fazla verilen cevap görüntünün oluşmayacağı yönündedir. Bu bulgu Fetherstonhaugh (1990)'ın çalışmasında elde edilen ve öğrencilerin %94'ünün sahip olduğu “Görüntü oluşturmamak için bir merceğin tamamına ihtiyaç vardır.” bulgusu ile örtüşmektedir. Benzer şekilde Ahçı (2012) çalışmasında merceğin yarısının kapatılması durumunda öğretmen adaylarının “Diğer tarafa ışık geçmediği için görüntü oluşmaz.” ve “Mercek kapatıldığında odağı ve merkezi bozulacağı için görüntü oluşmaz.” cevaplarını verdiğini belirtmiştir. Ayrıca Ozdemir vd. (2020) çalışmalarında optisyenlerin “Merceğin optik merkezi opak yuvarlak bir bant ile kapatıldığında görüntü tamamen kaybolur.” biçiminde düşündüklerini belirtmişlerdir. Ön testte görüntü oluşacağını belirten öğretmen adaylarının sayısı üst kısımda yarım mercek olduğu durum için alt kısımda mercek olmasına göre daha fazladır. Bu durum, soruda cismin mercek ile aynı tarafta (üst kısımda) öğretmen adaylarına verilmiş olması ile açıklanabilir. Örneğin, Öğretmen Adayı-11 bu soruda ikinci aşama için görüntü oluşmaz, üçüncü aşama için ise görüntü oluşur cevabını vermiştir. Öğretim sonrasında ise öğretmen adaylarının tamamına yakını her iki durumda da görüntünün oluşacağını belirtmişlerdir.

Ön testte ikinci ve üçüncü aşama için görüntü oluşur cevabını veren öğretmen adaylarının görüntünün özellikleri ile ilgili bölümünde yaptıkları açıklamalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının tamamının görüntü özelliklerinin aynı olacağını belirttikleri belirlenmiştir. Son testte öğretmen adaylarının bu aşamalarda yaptıkları açıklamaları incelendiğinde ise görüntünün daha az parlak oluşacağını belirttikleri fakat bazı öğretmen adaylarının

görüntünün boyu ile ilgili hatalı cevaplar verdiği görülmüştür. Algodoo kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalarda öğretmen adayları görüntünün daha az parlak oluşacağını kendileri deneyimleyerek gözlemlemişlerdir. Görüntünün parlaklığı ile ilgili düşüncelerinin sebebi yaşadıkları bu deneyim olarak yorumlanabilir. Görüntünün yeri ve boyu ile ilgili ön testte yaşanan eksiklikler ve hatalar Algodoo ile gerçekleştirilen öğretim sonucunda kısmen düzeltilenmiştir. Bunun sebebi olarak Algodoo'nun doğrudan görüntünün konumunu ve boyutunu veren bir uygulama olamaması gösterilebilir. Öğretmen adayları uygulama esnasında cisimden çıkan ışık ışınlarının görüntü oluşturan kısmında azalması olduğunu gözlemlemelerine rağmen, görüntünün oluşumu ile ilgili deneylerde çizim ya da uygulama hataları yapabilmektedirler.

Kırıcı yüzeyler ve özellikleri ile ilgili olarak yöneltilen dördüncü soruda öğretmen adayları soru-1'e benzer şekilde en fazla ince kenarlı mercek çizimlerini seçmişlerdir. Öğretmen adayları hem ön hem de son testte ince kenarlı merceğin ışık ışınlarını odakladığı bilgisine sahip olsalar da odak uzaklığının merceğin geometrik özellikleri ile değişimi konusunda kesin bir karara varamamışlardır. Öğretmen adaylarının hem g hem de h ışıklarını seçme sebeplerinin ince kenarlı merceğin özelliklerini bilmelerine ya da ezberlemelerine rağmen hangi merceğin daha kısa bir odak uzaklığına sahip olduğunu bilmemeleri biçiminde açıklanabilir. Aydın (2007) çalışmasında öğrencilerin ışığın kırılması olayını anlayamadıklarını ve sadece özel ışınları ezberlediklerini belirtmiştir.

Optik kavram testinin beş, altı ve yedinci soruları kırıcılık indisine etki eden etmenleri sorgulamaktadır. Beşinci soru ışığın dalga boyunun kırıcılık indisi üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Elde edilen verilerden Algodoo ile gerçekleştirilen öğretimin, öğretmen adaylarının hem ince kenarlı hem de kalın kenarlı mercek için dalga boyunun kırıcılık indisi ve dolayısı ile odak uzaklığı üzerindeki etkisini öğrenmede etkili olduğu ortaya konulmuştur. Algodoo'da lazerler kullanılarak istenilen dalga boyunda ışık kaynağı üretmenin oldukça kolay olması, öğretmen adayları için farklı renkler kullanarak optik ile ilgili Algodoo üzerinde işlem yapmanın eğlenceli olması sebebi ile bu olumlu değişimin ortaya çıktığı söylenebilir.

Altıncı soruda öğretmen adaylarına ortamın değişkeninin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi sorulmuştur. Elden edilen sonuçlar Algodoo kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin ortam değişkeninin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi ile ilgili öğretimde diğer konulara göre daha az

etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun sebebi olarak Algodoo uygulamasında merceğin yerleştirildiği dış ortamın kırıcılık indisinin değiştirilerek uygulama yapılmasının diğer uygulamalara göre (renk ve materyal değiştirme) daha zor olması gösterilebilir. Bu sebeple öğretmen adaylarının ders esnasında çalışma kağıdındaki ilgili durumu simüle etmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Optik Kavram Testinin yedinci sorusunda merceklerin yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi üzerindeki etkisi sorgulanmıştır. Elde edilen veriler öğretim öncesinde ve sonrasında doğru cevap verme oranının ince kenarlı mercek için oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte kalın kenarlı mercek için öğretim öncesinde düşük olan doğru cevap oranı öğretim sonrasında %80.00'e çıkmıştır. Algodoo uygulamalarında materyal ve özelliklerinin kolaylıkla değiştirilmesinin bu artışa sebep olduğu düşünülebilir. Öğretmen adaylarının uygulamalar esnasında ya da ders dışında kendi kişisel bilgisayarlarında yaptıkları uygulamalar sayesinde bu konudaki becerilerini geliştirdiği ve kırıcılık indisini etkileyen etmenler ile ilgili sorulara yüksek oranda doğru cevap verdiği düşünülebilir.

Sonuç olarak, Algodoo destekli olarak yürütülen 7 haftalık uygulama sonucunda optik konuları arasında yer alan kırıcı yüzeyler ve özellikleri ile ilgili kavramların öğretiminde genel anlamı ile etkili olduğu ifade edilebilir. Algodoo uygulamasının daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda "Kepler Yasaları" (Gregorcic, 2015) "Kuvvet" (Bozen, 2022; Çekiç Göker, 2023; Durak, 2024), "Basınç" (Yıldırım, 2024), "Basit Makineler" (Sezer, 2024) gibi farklı konularda akademik başarı, bilimsel süreç becerileri, tutum, problem çözme becerileri gibi farklı değişkenler üzerindeki etkileri araştırılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Özellikle, öğrencilere kendi kendilerine deneme ve öğrenme olanağı veren Algodoo simülasyonları, mercek ve ayna uygulamaları, ışığın kırılması ve kırıcılık indisi ve gökkuşağının oluşumu gibi günlük yaşamla ilişkilendirilebilecek konuların daha etkili anlaşılmasını sağlayabilir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, teknoloji destekli öğretim süreçlerinin fen/fizik öğretiminde kavramsal anlamayı artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma bulguları, optik konularının öğretiminde geleneksel yöntemlerin ötesine geçilerek etkileşimli ve görsel araçlarla desteklenen öğretimin kavramsal anlama düzeylerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu

durum, öğrenci merkezli, deneyim temelli öğrenme ortamlarının, özellikle soyut yapıya sahip fizik kavramlarında öğrenmeyi derinleştirdiğini destekleyen literatürle örtüşmektedir.

## 5.2 Algodoo Görüş Formundan Elde Edilen Sonuçlar

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarından sadece üçü daha önce bir ödev kapsamında, “Fen Öğretimi” dersinde Algodoo ile ilgili uygulamalar gerçekleştirmişlerdir. Bunun dışında öğretmen adaylarının yarısı diğer dersleri kapsamında Algodoo’ya benzer bir uygulama olarak “PhET İnteraktif Simülasyonları”nı kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının tamamı ileride öğretmenlik hayatlarında Algodoo uygulamasını kullanmayı düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının neden olarak belirttiği, Algodoo uygulamasının kavramları somutlaştırmada yardımcı olması, Algodoo uygulamasının derslerde gerçekleştirilecek deneylerde zaman kazandırması, uygulamanın öğrenciler tarafından eğlenceli olarak kabul edilebileceğini ve bu durumun öğrenmelerini olumlu yönde etkileyeceği ifadeleri literatürde yer alan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir. Akbulut (2016), öğretmen adaylarının bilgisayar destekli öğretimin fen bilimleri dersine sağlayacağı katkılar ile ilgili ifadeleri arasında simülasyonların somutlaştırma açısından yararlı olduğunu düşündüklerini aktarmıştır. Yine aynı çalışmada öğretmen adayları bilgisayar destekli öğretimin zaman kaybını önlediğini ve etkili öğretim sağlamada önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Güven ve Sülün (2012) bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilen bu tür etkinliklerin merak duygusu kazandırma, soyut kavramları somutlaştırma, öğrencinin kendi hızına göre öğrenmeyi kolaylaştırma, bazı tehlikeli deneyleri sınıf ortamında gerçekleştirebilme, resim, video, ses, animasyon gibi çoklu ortam teknikleri ile öğretimi güçlü ve zevkli kılarak öğrencilerin öğrenim durumlarında bireysel farklılıklarına cevap verebilme gibi avantajlar sağladığını belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları ileride Algodoo uygulamasını ağırlıklı olarak fizik dersinde optik, kuvvet ve hareket, basit makineler gibi konularda kullanmayı düşünmektedirler. Literatürde gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak Algodoo uygulamasının öğretmen adaylarının ifadelerine benzer biçimde mekanik (Taştan Akdağ ve Güneş, 2018) ve optik (Çoramık and Ürek, 2022) konularında kullanıldığı görülmektedir.

Öğretmen adayları Algodoo uygulamasını kullanırken uygulamanın İngilizce olması, simgelerin anlamları ve yerleri ile çizim konusunda zorlandıklarını belirtmişlerdir. Toplam 7 hafta süren bir uygulama gerçekleştirildiği düşünülürse, öğretmen adaylarının çizim ve simgeler ile ilgili yaşadıkları zorlukların devamlı kullanım ile ortadan kalkabileceği düşünülebilir. Algodoo kullanımının fen bilimleri dersinde oluşturacağı avantajlar öğretmen adayları tarafından soyut konuların somutlaştırılması, kısıtlı laboratuvar koşullarının olduğu durumlarda kullanılabilmesi ve Algodoo'nun etkileşimli ve kalıcı öğrenmeyi sağlaması ile öğrencilere ilgili konuları pekiştirme şansı vermesi olarak ifade edilmiştir.

### 5.3 Öneriler

Çalışma sonucunda ilgili alandaki politika geliştiriciler ve gelecekte benzer araştırmaları yapacak araştırmacılar için aşağıdaki önerilerde bulunmaktadır:

- 1) Fen bilgisi öğretmen adaylarının özellikle soyut kavramları öğrenme sürecinde dijital simülasyon araçlarından yararlanılması, kavram yanlışlarının giderilmesi ve kalıcı öğrenmenin sağlanmasında kullanılabilir.
- 2) Öğretmen yetiştirme programlarında Algodoo gibi açık kaynaklı ve etkileşimli yazılımların öğretim süreçlerine dâhil edilmesi, öğretmen adaylarının teknolojiyi pedagojik bağlamda etkili kullanma becerilerini geliştirebilir.
- 3) Ortaöğretim düzeyinde ve farklı fiziksel konularda da benzer simülasyon destekli öğretim uygulamaları gerçekleştirilerek, etkililiği farklı bağlamlarda test edilebilir.
- 4) Gerçekleştirilen öğretim uygulaması fen bilgisi öğretmen adayları dışında farklı bölümlerde öğrenim gören öğrenciler üzerinde de denenerek genellenebilirlik artırılabilir.

## 6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Açıkgöz Yıldırım, E.** (2022). Fizik Eğitiminde Akıllı Telefon Kullanımı Geometrik Optik Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 228.
- Ahçı, M.** (2012). Üniversite Öğrencilerinin Işık ve Optik Konuları ile İlgili Kavramsal Anlamaları, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akbulut, H. İ.** (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgisayar destekli öğretim ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi, *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 45-54.
- Akçimen Eren, Z.** (2024). Yedinci Sınıf Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinde Algodoo Programı ile Desteklenen Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarıları Üzerine Etkisi ve Algodoo Programı Hakkındaki Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 101.
- Akın Yanmaz, E.** (2021). Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımına Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi: “Aynalar ve Işığın Soğurulması” Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 208.
- Akkaya, S.** (2020). Plickers Uygulamasının 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına ve Derse Yönelik Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 110.
- Akman, E.** (2013), İlköğretim Öğrencilerinin Işık Kavramına Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine Göre Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Üniversitesi, 199.
- Anıl, Ö.** (2010). Öğrenme Sarmalına Göre Tasarlanan 5E Öğretim Modeli Uygulamaları ile Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Aynalar Konusundaki Kavramsal Değişimlerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 402.
- Anıl, Ö. ve Küçüközer, H.** (2010). Ortaöğretim 9. Sınıf Öğrencilerinin Düzlem Ayna Konusunda Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 104-122.
- Arık, G.** (2025). Algodoo Destekli 5E Modelinin Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi ve Görüşlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 121.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aydın, S.** (2007). Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavramsal Değişim Metinleri ile Giderilmesi, Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 207.
- Berdikulova, S.E.** (2025). Organizing and improving physics education in the context of digitalization. *Journal of Modern Science and Innovation*, 4(4), 1280-1284.
- Bozan, M.** (2022). Algodoo Destekli Beyin Temelli Öğrenme Modelinin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerisine Etkisi, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, 106.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F.** (2009). Bilimsel araştırma yöntemleri (3. Baskı). Pegem Akademi, Ankara.
- Coşkun, H.** (2012). Bilimsel Öyküler İçeren Eğitsel Oyunlar ile Fen Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 102.
- Çekiç Göker, B.** (2023). Algodoo Yazılımı ve Biçimlendirici Yoklama Soruları ile Desteklenmiş Kuvvet ve Hareket Ünitesinin Ortaokul Öğrencilerine Öğretim Sürecinin Değerlendirilmesi: Bir Eylem Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 135.
- Çelik, H., Sarı, U., and Harwanto, U.N.** (2014). Developing and evaluating physics teaching material with Algodoo (Phun) in virtual environment: Archimedes' principle. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 1, 178–183.
- Çoban, A.** (2023). Mekanik Öğretiminde Arduino Tabanlı STEM ve Algodoo Tabanlı Simülasyon'un Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 233.
- Çoramık, M. and Ürek, H.** (2022). A material development study for teaching colors of light by using Algodoo, *Journal of Innovative Research in Teacher Education*, 3(3), 267-285
- Çoramık, M. and Ürek, H.** (2021), Calculation of kinetic friction coefficient with Phyphox, Tracker and Algodoo. *Physics Education*, 56(6), 065019.
- Durak, U.Ö.** (2024). 5. Sınıf Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesinde Algodoo Programı ile Desteklenen Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 135.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- 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, 117.
- Eren, E.S.** (2019). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Geometrik Optik Konusu Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 201.
- Evmez, S.** (2018). Fen Bilimleri Dersi Kapsamında Geliştirilen Bilim İçerikli Oyunların Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 192.
- Fetherstonhaugh, A.R.** (1990). Misconceptions and light: A curriculum approach, *Research in Science Education*, 20, 105-113.
- Fishbane, P.M., Gasiorowicz, S., and Thornton, S.T.** (2003). Temel Fizik Cilt 1 (C. Yalçın, Çev.). Arkadaş Yayınevi, Ankara.
- Gök, F.S.** (2019). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Başarılarına Görsel Okuryazarlığın Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 94.
- Gregorcic, B.** (2015). Exploring Kepler's laws using an interactive whiteboard and Algodoo, *Physics Education*, 50(5):511-515.
- Güler, N. ve Taşdelen Teker, G.** (2015). Açık uçlu maddelerde farklı yaklaşımlarla elde edilen puanlayıcılar arası güvenilirliğin değerlendirilmesi, *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 6(1), 12-24.
- Güven, G. ve Sülün, Y.** (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve öğrencilerin derse karşı tutumlarına etkisi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 68-79.
- İlkbahar, M.T.** (2024). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Algodoo Destekli Hizmet İçi Eğitim Kursunda Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin (TPAB) İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 97.
- İşbaralı, M.** (2017). Aile Eğitim Materyallerinin Ortaokul Öğrencilerinin Işık Ünitesindeki ve Aile Katılımlı Etkinliklerdeki Başarılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 99.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaçan, B.** (2008), Işık Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesine Yönelik Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 99.
- Kaplan, E.** (2017), 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavram Testi, Kavram Karikatürleri ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Kullanılarak Tespit Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 170.
- Kara, M., Kanlı U. ve Yağbasan, R.** (2003). Lise 3. sınıf öğrencilerinin ısı ve optik ile ilgili anlamakta güçlük çektikleri kavramların tespiti ve sebepleri, *Milli Eğitim Dergisi*, 158.
- Karaoğlu, B.** (2020). Üniversiteler İçin Fizik (I. ve II. Cilt Bir Arada). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Kavuk, E. ve Demirtaş, H.** (2021). COVID-19 pandemisi sürecinde öğretmenlerin uzaktan eğitimde yaşadığı zorluklar. *E-Uluslararası Pedagoji Dergisi*, 1(1), 55–73.
- Ozdemir, E. Coramik, M. And Urek, H.** (2020). Determination of conceptual understanding levels related to optics concepts: the case of opticianry, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(1), 53-64.
- Özdemir, E. ve Çoramık, M.** (2022), Development of a virtual teaching environment with Algodoo: ‘eye’ and ‘cactus type light source’ models, *Physics Education*, 57(4):045022.
- Özer, İ.E.** (2019). 6. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Gerçekleştirilen Algodoo Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisi, Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 133.
- Öztekin, S.** (2018). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Üç Aşamalı Tanı Testi ile Geometrik Optik Konusundaki Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 102.
- Patton, M.Q.** (1987). Qualitative evaluation and research methods. Sage, Beverly Hills, CA.
- Rangkuti, M.A., Ritonga, W., Nasution, Y.W., and Wulandari, D.** (2024). Using Algodoo to improve students’ performance in understanding Newtonian mechanics. *Journal of Physics: Conference Series*, 2900, 012050.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Salesa, V.D., and Orongon, M.J.Q.**, 2025, Enhancing academic performance and engagement in higher education physics using Algodoo simulations. *Ignatian International Journal for Multidisciplinary Research*, 3(5), 2090-2112.
- Sertkaya, Ö.F.** (2018). 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Basit Makineler Ünitesinde Algodoo Yazılımı ile Desteklenen 5E Modelinin Öğrenci Başarı ve Tutumuna Etkisinin İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 159.
- Serway, R.A. and Beichner, R.J.** (2000). Fen ve Mühendislik için Fizik Fizik 1 (K. Çolakoğlu, Çev.). Palme, Ankara.
- Sezer, F.** (2024). 8. Sınıf Basit Makineler Ünitesinde ASSURE Modele Dayalı Algodoo Uygulamalarının Öğrencilerin Derse ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 119.
- Sontay, G. and Karamustafaoğlu, O.** (2023). Physics teachers' opinions on Algodoo training. *Journal of Science Learning*, 6(1), 117–124.
- Sungur Gül, K. and Saylan Kırmızıgül, A.** (2023). Algodoo based STEM education: A case study of pre-service science teachers. *Education and Information Technologies*, 28, 4203–4220.
- Şencan, H.** (2005). Sosyal ve davranışsal ölçmelerde güvenilirlik ve geçerlik. Sözkesen Matbaacılık, Ankara.
- Taşlıdere, E. ve Bedur, S.** (2015). Düz anlatım yöntemi kullanılan öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının ışığın mercek ile etkileşimi konusundaki anlamalarına etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 105 – 129.
- Taştan Akdağ, F. and Güneş, T.** (2018). Using Algodoo in computer assisted teaching of force and movement unit, *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 4(1), 138-149.
- Tekin, G.** (2019). 7. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Araştırma Sorgulama Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 157.
- Tenkoğlu, H.** (2017). Fen Bilimleri Dersinde Teknoloji Entegrasyon Matrisi Modelinin Öğrencilerin Teknoloji Standartları, Yansıtıcı Düşünme Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 146.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tilavova, T.B.** (2025). Advantages of virtual laboratory in a physics course at high schools. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research*, 3(4), 122-128.
- Toprak, F.** (2021). Fen Bilimleri Dersi 7. Sınıf Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması Konusundaki STEM Uygulamalarının Etkisinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 238.
- Tulum, G.** (2019). Fen Bilimleri Dersi Işık Konusuna Yönelik Geliştirilen Bağlam Temelli Materyalin Akademik Başarı Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 129.
- Widiyatmoko, A. and Shimizu, K.** (2018). Literature review of factors contributing to students' misconceptions in light and optical instruments, *International Journal of Environmental and Science Education*, 13(10), 853-863.
- Yıldırım, Ş.** (2024). Araştırma Sorgulamaya Dayalı Algodoo Etkinliklerinin 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 117.
- Yıldızbaş, H.** (2017). Ortak Bilgi Yapılandırma Modeline Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 167.
- Yılmaz, Z.A.** (2010). Kavramsal Değişim Metinlerinin Üniversite Öğrencilerinin Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesi ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 108.
- Yılmaz, T.** (2016). Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Fen Konularının Öğretilmesinde Ortaokul 5. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi: Işık ve Ses, Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 179.

# **EKLER**

## EKLER

### EK A: Gönüllü katılımcı onam formu

#### GÖNÜLLÜ KATILIMCI ONAM FORMU

Doç. Dr. Mustafa ÇORAMIK ve Buket İNANÇ tarafından yürütülen “Optik Konusunun Teknoloji Destekli Öğretiminin Üniversite Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Etkisi” başlıklı araştırmaya davet edilmiş bulunuyorsunuz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz sorabilirsiniz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsiniz. Çalışmayı vaktlamamız, araştırmaya katılım için onam verdiğimiz biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

#### Araştırmayla İlgili Bilgiler

Araştırmanın Amacı	Optik Konusunun Teknoloji Destekli Öğretiminin Üniversite Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Etkisinin Araştırılması
Araştırmanın Nedeni	<input type="checkbox"/> Bilimsel Araştırma <input checked="" type="checkbox"/> Tez Çalışması
Araştırmanın Öngörülen Süresi	450 dakika (5 hafta)
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	30
Araştırmanın Yapılacağı Yer/Yerler	Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi

#### Çalışmaya Katılım Onayı

“Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce gönüllüye / katılımcıya verilmesi gereken bilgileri gösteren Aydınlatılmış Onam Formu adlı metni kendi anadilimde okudum ya da bana okunmasını sağladım. Bu bilgilerin içeriği ve anlamı, yazılı ve sözlü olarak açıklandı. Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularına doyurucu cevaplar aldım. Çalışmaya katılmadığım ya da katıldıktan sonra çekildiğim durumda, hiçbir yasal hakkımdan vazgeçmiş olmayacağım. Bu koşullarla, söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum. Bu metnin imzalı bir kopyasını aldım.”

#### Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı Soyadı:	İmza
-------------	------

#### (Varsa) Velayet veya vesayet altında bulunanlar için;

Adı Soyadı:	İmza
-------------	------

## EK B: Optik kavram testi

Bu testte ses konusu ile ilgili kavramlara yönelik açık uçlu sorular yer almaktadır. Soruları dikkatlice okuduktan sonra cevaplarınızı soruların altında yer alan boşluklara okunaklı bir biçimde yazınız. Sorulara verdiğiniz cevaplar herhangi bir şekilde derse ilişkin notunuzu etkilemeyecektir. Katılımınız için teşekkür ederim.

AD SOYAD:

MEZUN OLUNAN LİSE TÜRÜ:

CİNSİYET:

1. Bir öğrenci arkadaşları ve öğretmeni ile çıktığı bir doğa gezisinde yanlış bir patikaya saparak ormanda kaybolmuştur. Saatler ilerledikçe üşümeye başlayan öğrenci sırt çantasında öğretmenin ona taşıması için verdiği optik setinin olduğunu hatırlamıştır. Optik seti, farklı ebatlarda **camdan yapılmış ince ve kalın kenarlı mercekler, cam prizmalar ve cam blokları içermektedir.** Öğrenci, etraftan topladığı odun parçaları, çantasındaki kağıtlar ve optik setini kullanarak bir ateş yakabileceğini bu sayede hem yerinin daha kolay tespit edilebileceğini hem de ısınabileceğini düşünmüştür. Öğrencinin sette yer alan sadece bir malzemeyi kullanacağını düşünerek, bunun hangisi olması gerektiğini belirleyip (resimde ve açıklamada yuvarlak içine alıp) nedenini boşluğa yazınız.



Öğrenci bu şekilde ateş yakmak için, İnce kenarlı mercek / Kalın kenarlı mercek / Cam prizma / Cam blok kullanılmalıdır.

Çünkü,

.....

.....

.....

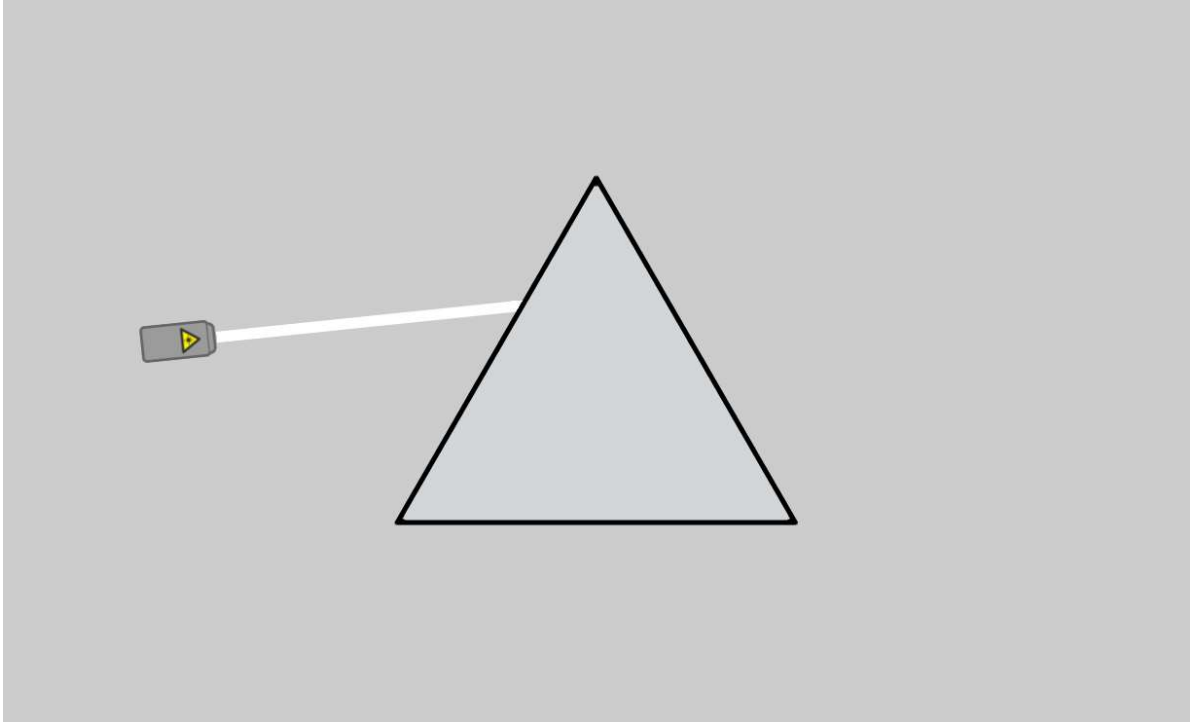
.....

.....

.....

## EK B (devam): Optik kavram testi

2. Beyaz bir ışık kaynağı camdan yapılmış bir prizmaya şekildeki gibi gönderiliyor. Işık ışınının prizmada kırıldığı ve ardından prizma dışına çıktığı biliniyor. Bu bilgiler ışığında ışığın izlediği yolu şekil üzerinde gösteriniz. Çiziminizin gerekçesini açıklayınız.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

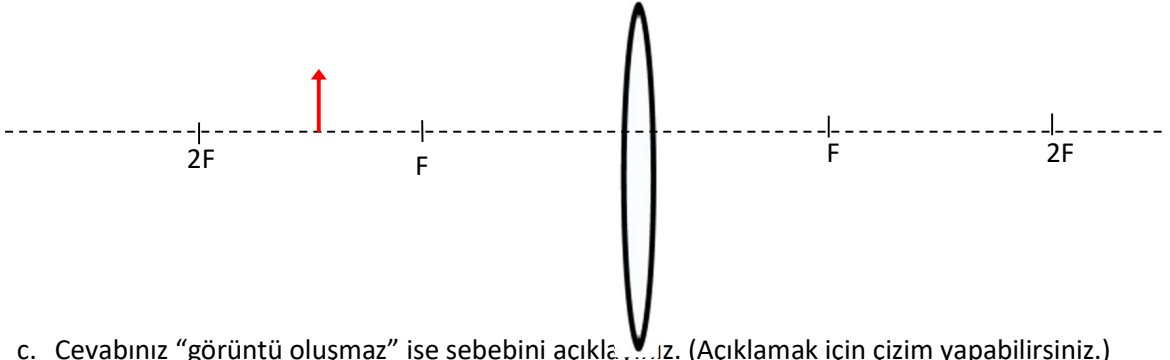
.....

.....

### EK B (devam): Optik kavram testi

3. Aşağıdaki şekilde verilen optik sistem, camdan yapılmış bir ince kenarlı mercek ve bir cisimden oluşmaktadır. Cisim F ve 2F'nin tam ortasıdır. F odak noktasını ifade etmektedir. Birincil asal eksen şeklindeki gibidir.

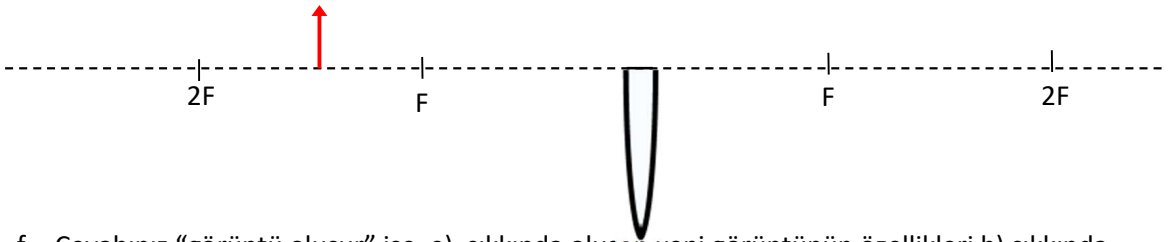
- a. Böyle bir sistemde cismin görüntüsü oluşur mu?  Görüntü oluşur  Görüntü oluşmaz.
- b. Cevabınız "görüntü oluşur" ise, sebebini kısaca açıklayınız, görüntüyü aşağıdaki şekil üzerinde ışınlar kullanarak çiziniz.



- c. Cevabınız "görüntü oluşmaz" ise sebebini açıklayınız. (Açıklamak için çizim yapabilirsiniz.)

- d. Düzenek aynı kalırken, sadece merceğin alt yarısı kalacak şekilde üst yarısı kesilirse görüntü oluşur mu?  Görüntü oluşur  Görüntü oluşmaz.

- e. Cevabınız "görüntü oluşur" ise, sebebini kısaca açıklayınız, görüntüyü aşağıdaki şekil üzerinde ışınlar kullanarak çiziniz.



- f. Cevabınız "görüntü oluşur" ise, e) şıkında oluşan yeni görüntünün özellikleri b) şıkında oluşan görüntü ile aynı mıdır? Varsa, aralarındaki farklılıkları yazınız.

- g. Görüntü oluşmaz ise sebebini açıklayınız. (Açıklamak için çizim de yapabilirsiniz.)

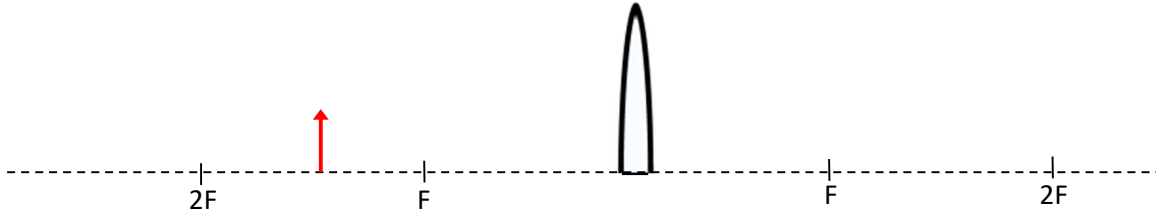
## EK B (devam): Optik kavram testi

h. Düzenek aynı kalırken, sadece merceğin alt yarısı kalacak şekilde üst yarısı kesilirse görüntü oluşur mu?

Görüntü oluşur

Görüntü oluşmaz.

i. Cevabınız "görüntü oluşur" ise, sebebini kısaca açıklayınız, görüntüyü aşağıdaki şekil üzerinde ışınlar kullanarak çiziniz.



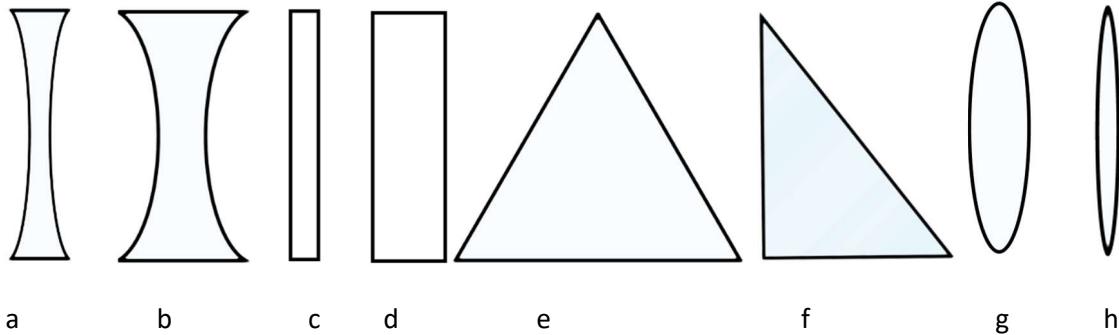
j. Cevabınız "görüntü oluşur" ise, i) şıkında oluşan yeni görüntünün özellikleri b) şıkında oluşan görüntü ile aynı mıdır? Varsa, aralarındaki farklılıkları yazınız.

.....  
.....  
.....

k. Görüntü oluşmaz ise sebebini açıklayınız. (Açıklamak için çizim de yapabilirsiniz.)

.....  
.....

**4.** Güneşten gelen ışık ışınlarını kullanarak bir kağıdı yakmak için, aynı camdan yapılmış aşağıdaki **optik aletlerden hangisi ya da hangilerinin kağıda en yakın tutulması** gerekmektedir? Cevabınızı yuvarlak içine aldıktan sonra nedenini aşağıdaki boşluğa gerekli çizimleri de yaparak açıklayınız.

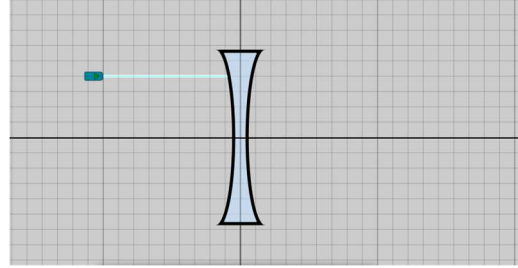
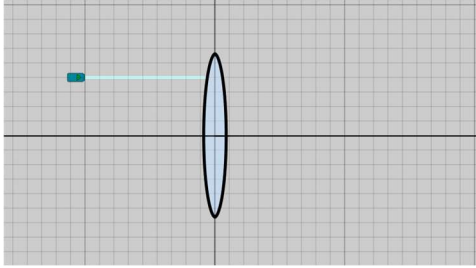


Çünkü,

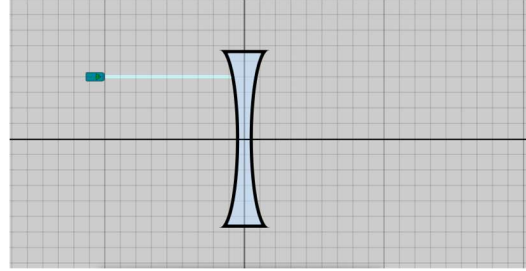
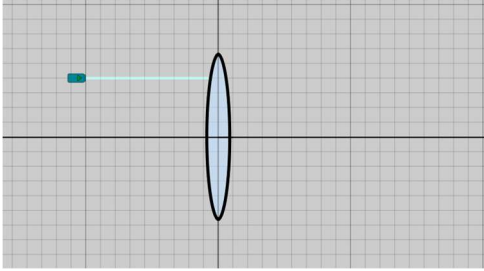
.....  
.....

## EK B (devam): Optik kavram testi

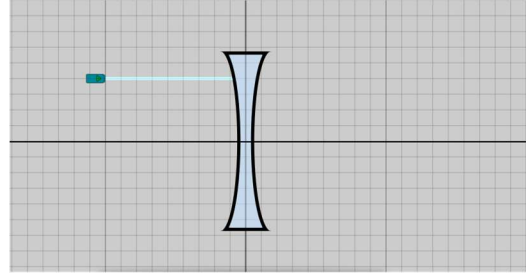
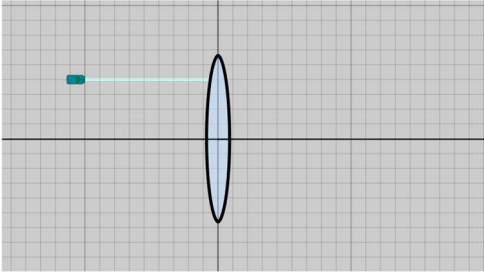
5. Bir öğrencinin elinde farklı renklerde ışık kaynakları (kırmızı, yeşil ve mor) ve camdan yapılmış odak uzaklıkları aynı olan (F) ince ve kalın kenarlı mercekler bulunmaktadır. Bu öğrenci mercekleri ve farklı renklerdeki ışık kaynaklarını kullanarak aşağıdaki deney düzeneğini kuruyor. Işık kaynağının ve merceklerini konumunu sabit tutan öğrenci ***her seferinde farklı renkte bir ışık kaynağı ile deneyi tekrar ediyor.*** Deney esnasında da her bir renk için ışığın izlediği yolu aynı konumdan kayıt altına alıyor. Deney sonunda her bir renk için öğrencinin elde edeceği çizimleri ölçeklendirmeye de dikkat ederek çizersiniz. Çiziminizin nedenini aşağıdaki boşluğa detaylı olarak açıklayınız.



KIRMIZI RENKLİ LAZER



YEŞİL RENKLİ LAZER



MOR RENKLİ LAZER

.....

.....

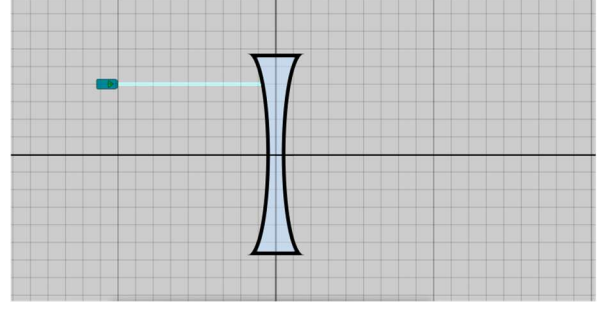
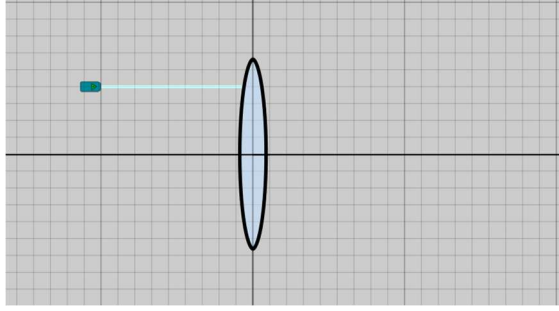
.....

.....

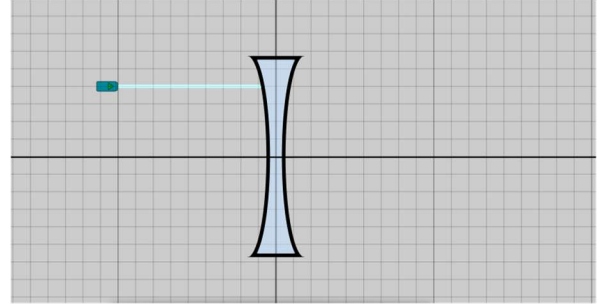
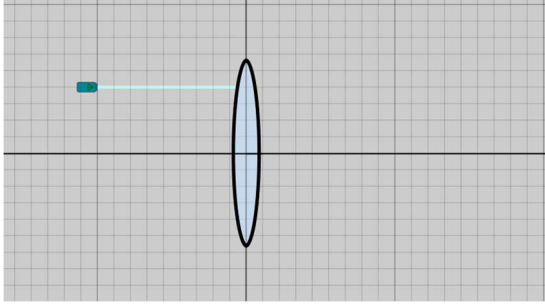
.....

## EK B (devam): Optik kavram testi

6. Bir öğrenci tek renkli bir ışık kaynağı ve camdan yapılmış ince ve kalın kenarlı merceklerden oluşan deney düzeneği ile aşağıdaki deneyi gerçekleştirmiştir. Ardından bütün şartlar aynı kalmak koşulu ile **deneyi bir akvaryum içinde (su ortamında)** gerçekleştirmiştir. Her iki durum için de ışık ışınının izlediği yolu çiziniz. Çiziminizi açıklayınız. (Suyun kırıcılık indisi camın kırıcılık indisinden küçüktür.)



HAVA ORTAMI



SU ORTAMI

.....

.....

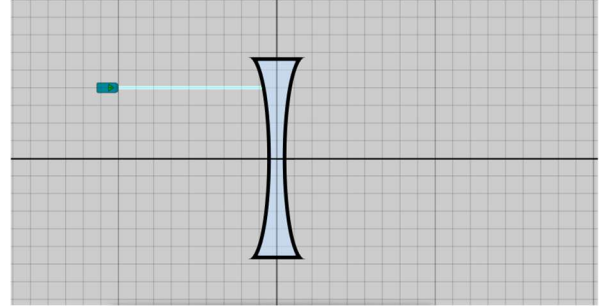
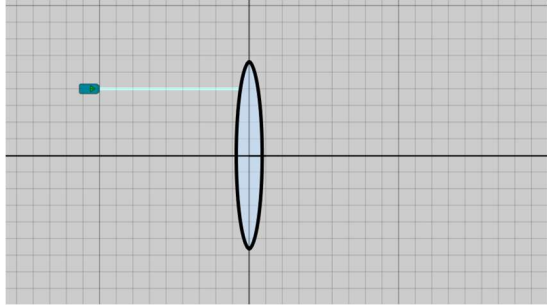
.....

.....

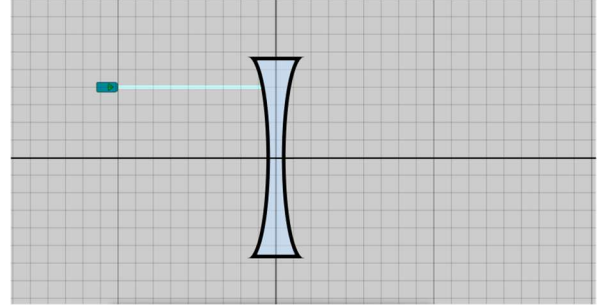
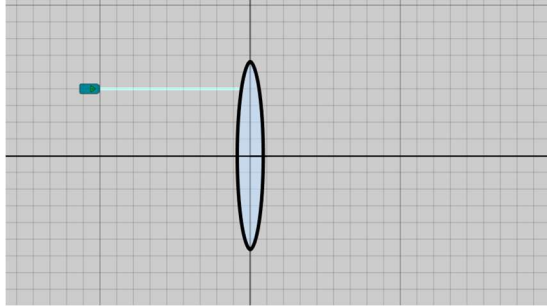
.....

## EK B (devam): Optik kavram testi

7. Bir öğrenci tek renkli bir ışık kaynağı ve ***farklı malzemelerden yapılmış (cam ve elmas) ince ve kalın kenarlı mercekler*** kullanarak iki farklı deney düzeneği kuruyor. Hava ortamında yapılan bu deneylerde, farklı malzemeden yapılan mercekler için her iki durumda da ışık ışınının izlediği yolu çiziniz. Her iki durum için de ışık ışınının izlediği yolu çiziniz. Çiziminizi açıklayınız. (Elmasın kırıcılık indisi camın kırıcılık indisinden büyüktür.)



CAM MERCEKLER



ELMAS MERCEKLER

.....

.....

.....

.....

.....

## EK C: Algodoo görüş formu

AD SOYAD:

1. Daha önce farklı derslerinizde Algodoo uygulamasını kullandınız mı? Kullandıysanız dersin adını ve hangi amaçla kullandığınızı belirtiniz.

.....

2. İleride öğretmenlik hayatınızda Algodoo uygulamasını kullanmayı düşünür müsünüz? Neden?

.....

.....

.....

3. İleride öğretmenlik hayatınızda Algodoo uygulamasını kullanmayı düşünürseniz hangi konularda kullanabileceğinizi düşünüyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

4. Algodoo'yu kullanırken yaşadığınız zorluklar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

5. Sizce Algodoo'nun fen bilimleri dersinde kullanılmasının ne gibi avantajları olabilir? Neden?

.....

.....

.....

6. Algodoo dışında diğer derslerde kullandığınız benzer uygulamalar var mı? Varsa, Algodoo ile karşılaştırınız.

.....

.....

.....

## EK D: Çalışma kağıtları

### Çalışma Kâğıdı- Ders 1

Adı Soyadı:

1) Günlük hayatta etrafımızda kullandığımız birçok alette optik elemanlar yer almaktadır. Bunlardan bir tanesi de merceklerdir. Merceklerin günlük hayatta kullanımına ilişkin örnekler verebilir misiniz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) Kaç tür mercek vardır? Adlarını yazınız.

.....

.....

.....

3) Bu mercek türleri hangi amaçlarla kullanılır? Özellikleri nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## EK D (devam): Çalışma kağıtları

4) Bir öğrenci, **merceklerde görüntü oluşumu** ile ilgili deney yapmak üzere laboratuvarında hazırlık yapıyor. Öğrenci, ince ve kalın kenarlı mercekler ile ışık kaynaklarını kullandığı bir deney düzeneği hazırlarken elindeki ince kenarlı merceği yere düşürüyor ve mercek tam ortadan ikiye kırılıyor. Bu merceği yapıştırma şansı olmayan ve ne yapacağını bilemeyen Ege deneye bu şekilde devam edip etmemesi konusunda kararsız kalıyor.



a) Sizce öğrenci, görüntü oluşumu için elindeki tam ortadan ikiye bölünmüş merceğin bir parçasını kullanarak deneyine devam edebilir mi? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

b) Sizce, deneye devam ederse görüntü oluşumu ile ilgili nasıl bir sonuç elde edebilir? Açıklayınız. (Cevabınızı çizim ile destekleyiniz.)

.....

.....

.....

.....

.....

c) İnce kenarlı mercek ortadan ikiye değil de daha fazla parçaya (örneğin 4 parçaya) ayrılmış olsaydı deneyi gerçekleştirebilir miydi? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

5) Algodoo'yu kullanarak ince kenarlı mercekte görüntü oluşumu ile ilgili bir deney ortamı oluşturunuz ardından yukarıda verilen senaryoyu gerçekleştiriniz.

6) Ön bilginiz ile Algodoo da yaptığınız denemeler sonucunda elde ettiğiniz bilgiler arasında bir farklılık var mı? Varsa nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

**EK D (devam): Çalışma kağıtları**

7) İnce kenarlı mercek kırılmasaydı ve tam ortası yandaki şekilde görüldüğü gibi dairesel biçimde siyaha boyansaydı deney gerçekleştirilebilir miydi? Neden?



.....

.....

.....

.....

8) Deney gerçekleştirilseydi, sonucunda ne elde edilmesini beklediniz? Neden?

.....

.....

.....

.....

9) Algodoo'yu kullanarak yukarıda verilen senaryoyu gerçekleştiriniz.

10) Bu aşamaya kadar Algodoo ile gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda elde ettiğiniz sonuçlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

.....

11) İnce kenarlı mercek yerine kalın kenarlı mercek tam ortadan ikiye kırılmış olsaydı öğrenci görüntü oluşumu ile ilgili deneyini gerçekleştirebilir miydi? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

## EK D (devam): Çalışma kağıtları

### Çalışma Kâğıdı- Ders 2

Adı Soyadı:

1) Gökkuşağının nasıl oluştuğu hakkında bir fikriniz var mı? Gerekli ise çizim kullanarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2) Gökkuşağındaki renklerin neler olduğunu biliyor musunuz? Gözlemlediğiniz sıra ile yukarıdan aşağıya yazar mısınız?

.....

.....

.....

.....

3) Gökkuşağındaki ışık ışınlarının farklı renkte görmemizin sebebi nedir? Bu ışınların hangi özelliği farklı görünmelerine sebep olabilir?

.....

.....

.....

.....

4) Algodoo'yu kullanarak bir su damlası ve beyaz ışık kaynağı kullanarak gökkuşağı oluşturunuz. Ön bilginiz ile Algodoo da yaptığınız denemeler sonucunda elde ettiğiniz bilgiler arasında bir farklılık var mı? Varsa nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

## EK D (devam): Çalışma kağıtları

5) Hangi göz kusurlarını biliyorsunuz?

.....

6) Bu göz kusurlarını düzeltmek için neler yapılmaktadır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

7) Bir yaz günü denize girmek için sahile gittiğinizi, ayrıca gözlerinizin de bozuk olduğunu ve uzağı görmekte sorun yaşadığınızı düşünün. Denize girerken gözlüklerinizi çıkarmayı unutmuş olun. Arkadaşınızla denizde gözlerinizi açık tutma oyunu oynarken ikinizde aynı anda karşılıklı olarak denize yüzünüzün tamamı suyun içinde kalacak şekilde girmiş olun. Tuzlu suyun gözünüzü yakmadığını ve kolaylıkla gözünüzü açtığınızı düşürseniz, gördüğünüz görüntüde bir farklılık oluşur mu? Görüntünün yeri, konumu, boyutu, netliği vb. açıdan değerlendiriniz.

.....

.....

.....

.....

8) Algodoo'yu kullanarak yukarıdaki senaryoyu oluşturunuz. Ön bilginiz ile Algodoo da yaptığınız denemeler sonucunda elde ettiğiniz bilgiler arasında bir farklılık var mı? Varsa nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

9) Uzağı görme sorunu değil yakını görme sorunu yaşasaydınız ve gözlüğünüz bu doğrultuda olsaydı, aynı durumda tuzlu suyun gözünüzü yakmadığını ve kolaylıkla gözünüzü açtığınızı düşürseniz, gördüğünüz görüntüde bir farklılık oluşur mu? Görüntünün yeri, konumu boyutu, netliği vb. açıdan değerlendiriniz.

.....

.....

.....

.....

## EK D (devam): Çalışma kağıtları

### Çalışma Kâğıdı- Ders 3

Adı Soyadı:

1) Gözlükler hangi malzemeden yapılır bir bilginiz var mı? Yazınız.

.....  
.....  
.....

2) Gözlük yerine kullanılan kontakt lensler hangi malzemeden yapılır bilginiz var mı? Yazınız.

.....  
.....  
.....

3) Uzağı görme sorunu yaşayan bir kişinin gözlüğünün yapıldığı malzeme değişirse yeni durumda bu gözlüğü kullanabilir mi? Neden? Açıklayınız.

.....  
.....  
.....

4) Algodoo'yu kullanarak yukarıdaki senaryoyu oluşturunuz. Ön bilginiz ile Algodoo 'da yaptığınız denemeler sonucunda elde ettiğiniz bilgiler arasında bir farklılık var mı? Varsa nedenini kısaca açıklayınız.

.....  
.....  
.....

5) Yakını görme sorunu yaşayan bir kişinin gözlüğünün yapıldığı malzeme değişirse yeni durumda bu gözlüğü kullanabilir mi? Neden? Açıklayınız.

.....  
.....  
.....

## EK D (devam): Çalışma kağıtları

6) Dünya üzerindeki bütün nesnelerin tek bir renk olduğunu hayal edin. **Uzağı görme konusunda sorun yaşayan** bir kişinin kullandığı gözlükteki merceğin yapısı, dünyadaki tüm nesnelerin kırmızı ya da mor olması durumunda sizce aynı mı farklı mı olacaktır? Neden? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7) Algodoo'yu kullanarak yukarıdaki senaryoyu oluşturunuz. Ön bilginiz ile Algodoo da yaptığınız denemeler sonucunda elde ettiğiniz bilgiler arasında bir farklılık var mı? Varsa nedenini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

8) Dünya üzerindeki bütün nesnelerin tek bir renk olduğunu hayal edin. **Yakını görme konusunda sorun yaşayan** bir kişinin kullandığı gözlükteki merceğin yapısı, dünyadaki tüm nesnelerin kırmızı ya da mor olması durumunda sizce aynı mı farklı mı olacaktır? Neden? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Buket İnanç

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Fizik Öğretmenliği	2022
Lise	Nuri Nihat Aslanoba Anadolu Lisesi	2017