

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GEOMETRİK OPTİK ÖĞRETİMİNDE YAPILANDIRMACI ÖĞRENME
KURAMINA DAYALI OLARAK GELİŞTİRİLEN LABORATUAR
MATERYALLERİNİN ETKİLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET YILDIZ

**TRABZON
Haziran, 2012**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GEOMETRİK OPTİK ÖĞRETİMİNDE YAPILANDIRMACI ÖĞRENME
KURAMINA DAYALI OLARAK GELİŞTİRİLEN LABORATUAR
MATERYALLERİNİN ETKİLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mehmet YILDIZ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Yüksek Lisans
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI**

**TRABZON
Haziran, 2012**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 06/06/2012

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Üye : Prof. Dr. Şule BAHÇECİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Doç. Dr. Haluk ÖZMEN
Enstitü Müdürü**

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Mehmet YILDIZ

06/06/2012

**Bizlere Aydınlanmanın Işığını Gösteren ve Bilginin Erdemini Öğreten
Canım Babam Celal YILDIZ'a**

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans sürecimde engin bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, her zaman beni destekleyen ve bilimsel çalışmalara teşvik eden, hayatımın her alanında örnek aldığım değerli hocam Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya şükranlarımı sunarım.

Tezin hazırlanma sürecinde desteklerini esirgemeyen ve materyal geliştirme sürecinde fikir alışverişlerinde bulunduğumuz değerli hocalarım Hasan BAKIRCI'ya, Murat OKUR'a ve Mustafa ÜREY'e teşekkür ederim.

Her zaman ve her konuda yanımda olan dostum Ufuk TÖMAN'a teşekkür ederim.

Çalışmanın örneklemini oluşturan 2011-2012 Eğitim Öğretim yılı Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bütün 2. Sınıf öğrencilerine teşekkür ederim.

Dünyanın en mert ve cömert insanı ağabeyim Mustafa YILDIZ'a şükranlarımı sunarım.

Mehmet YILDIZ
Trabzon 2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÖZET.....	IX
ABSTRACT.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	4
1.2.1 Araştırmanın Alt Problemleri.....	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Araştırmanın Amacı.....	6
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	6
1.7. Optik Öğretimi ile İlgili Literatür.....	7
1.7.1. Optik Öğretimiyle İlgili Yerli Literatür.....	8
1.7.2. Optik Öğretimiyle İlgili Yabancı Literatür.....	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1. Araştırmanın Yöntemi.....	34
2.2. Deney Deseni.....	37
2.3. Araştırmanın Örnekleme.....	37
2.4. Değişkenler.....	38
2.4.1. Bağımsız Değişkenler.....	38
2.4.2. Bağımlı Değişkenler.....	39

2.5.	Çalışmanın Uygulama Süreci	39
2.6.	Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi	40
2.6.1.	Öğretim Materyallerinin Geliştirilme Süreci (Pilot Çalışmalar)	41
2.6.1.1.	Öğretim Materyallerinde Yapılan Değişiklikler	41
2.6.1.1.1.	Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi	42
2.6.1.1.2.	Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Küresel Aynalarda Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi	44
2.6.1.1.3.	Merceklerde Özel Işıklar ve Merceklerde Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi	47
2.6.1.1.4.	Işığın Kırılması ve Kırılma Kanunları Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi	50
2.6.1.1.5.	Beyaz Işığın Renklerine Ayrışmasına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi	52
2.7.	Veri Toplama Aracı	54
2.7.1.	Optik Başarı Testi	55
2.7.2.	Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği	56
2.7.3.	Yansıtıcı Yazılar	57
2.8.	Araştırmada Elde Edilen Verilerin Analizi	57
2.8.1.	Optik Başarı Testi'nden Elde Edilen Verilerin Analizi	57
2.8.2.	Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi ...	58
3.	BULGULAR	59
3.1.	Optik Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulgular	59
3.1.1.	Birinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	60
3.1.2.	İkinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	70
3.1.3.	Üçüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	79
3.1.4.	Dördüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	88
3.1.5.	Beşinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular	97
3.2.	Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular	104
4.	TARTIŞMA	107

4.1.	Optik Başarı Testi'nden Elde Edilen Bulguların Tartışması.....	107
4.1.1.	Birinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması	107
4.1.2.	İkinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması	110
4.1.3.	Üçüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması	112
4.1.4.	Dördüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması	114
4.1.5.	Beşinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması	116
4.2.	Fizik Laboratuar Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulguların Tartışması	118
5.	SONUÇLAR.....	120
6.	ÖNERİLER	122
6.1.	Çalışmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler	122
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri Ve Diğer Araştırmacılara Önerileri	122
7.	KAYNAKLAR.....	124
8.	EKLER.	131
	ÖZGEÇMİŞ.....	195

ÖZET

Geometrik Optik Öğretiminde Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Laboratuvar Materyallerinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı, geometrik optik konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak hazırlanan ders materyallerinin Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında fen ve teknoloji öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkilerinin araştırılmasıdır.

Çalışmada yarı deneysel bilimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, 2011-2012 eğitim öğretim yılı güz yarısında Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Anabilim Dalı Fen ve Teknoloji Öğretmeliği Lisans Programında Genel Fizik Laboratuvar III dersini alan 98 (48 deney, 50 kontrol) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Deney grubunda yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyalleriyle, kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar uygulamaları kullanılmıştır. Denel işlemlerin öncesinde ve sonrasında her iki gruba Optik Başarı Testi ve Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Çalışmanın veri toplama araçlarından biri olarak kullanılan Optik Başarı Testi ve deney grubunda gerçekleştirilen öğretim süreçlerinde kullanılan ders materyalleri araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Optik Başarı Testi'nden elde edilen veriler deney ve kontrol grupları dizisince öncelikle nitel olarak anlama düzeylerinde yorumlanmış, daha sonra ise istatistiksel anlamda karşılaştırılmıştır. Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği'nden elde edilen veriler ise istatistiksel olarak analiz edilmiştir. İstatistiksel analizlerde bağımlı gruplar t- testi ve bağımsız gruplar t-test kullanılmıştır.

Çalışmanın sonunda, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim süreci öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına geleneksel laboratuvar uygulamalarından daha fazla katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılandırmacı öğrenme kuramının Fizik Laboratuvar derslerinde yaygınlaştırılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geometrik Optik Öğretimi, Fizik Laboratuvar Uygulamaları, Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı, Öğretim Materyali.

ABSTRACT

Determining Effectiveness of the Materials Based on Constructivist Learning in Geometrical Optic Teaching

The aim of this study is to examine the effects of the materials generated in constructivist learning theory on science preservice teachers's achievement on geometric optic and their attitude towards physics laboratory in scope of Introductory Physics Laboratory III course.

In the study, a quasi-experimental design with pre-test and post-test control group was used. Research was carried out with 98 students (Experimental group N=48, control group N=50) who took the course Introductory Physics Laboratory III and who study their second year at the department of science education in Fatih Faculty of Education in Karadeniz Tecnickal University within the autumn semester in 2011-2012 academic year. During the experimental process, the materials which genareted in constructivist learning were applied to experimental group, whereas traditional laboratory teaching techniques were used in the control group. Before and after the experimental processes; Optic Achievement Test and Physics Laboratory Attitude Scale were applied to both groups. Optic Achievement Test and the materials which generated in constructivist learning was prepared by the researcher. The data obtained from Optic Achievement Test were analyzed in two ways. At first preservice teachers was interpreted qualitatively to determine their level of understanding. Later, statistical analyzes were done. The data obtained from physics laboratory attitude scale was analyzed using dependent and independent groups t-test.

At the end of the research, it was found that there were positive differences in favour of experiment group between the academic achievement and attitudes towards physics laboratory. Hence, activities based on cosntructivist learning theory was proposed to be used in Introductory Physics Laboratory III course.

Key Words: Geometrical optic teaching, Physic Laboratory Course, Constructivist Learning Theory, Guide Materials.

TABLULAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1.	Deney Deseni	37
Tablo 2.2.	Çalışmanın Örneklemi	38
Tablo 2.3.	Pilot, Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Öğretim Süreçleri	39
Tablo 2.4.	Optik Başarı Testi'ndeki Soruların Denel Süreçler ve Konulara Dağılımı	56
Tablo 2.5.	Optik Başarı Testinde Yer Alan Soruları Analiz Etmede Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri	58
Tablo 3.1.	"Işığın Yansıması" Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları.....	61
Tablo 3.2.	"Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Düzlem Aynada Görüntü" Konularına İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları	65
Tablo 3.3.	Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	68
Tablo 3.4.	Deney Grubunun Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	69
Tablo 3.5.	Kontrol Grubunun Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	69
Tablo 3.6.	Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	70
Tablo 3.7.	"Küresel Aynalarda Özel Işımlar" Konularına İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları.....	71
Tablo 3.8	"Küresel Aynalarda Görüntü" Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları	74
Tablo 3.9.	Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	77
Tablo 3.10.	Deney Grubunun İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	78
Tablo 3.11.	Kontrol Grubunun İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	78

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.12.	Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	79
Tablo 3.13.	“Merceklerde Özel Işıklar” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları	80
Tablo 3.14.	“Merceklerde Görüntü” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları.....	83
Tablo 3.15.	Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	86
Tablo 3.16.	Deney Grubunun Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	87
Tablo 3.17.	Kontrol Grubunun Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	87
Tablo 3.18.	Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	88
Tablo 3.19.	“Işığın Kırılması” Konusuna İlişkin Öğrenci Dağılımları	89
Tablo 3.20.	Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması.....	94
Tablo 3.21.	Deney Grubunun Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması.....	95
Tablo 3.22.	Kontrol Grubunun Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması.....	96
Tablo 3.23.	Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması.....	96
Tablo 3.24.	“Işık ve Renkler” Konusuna İlişkin Öğrenci Dağılımları	97
Tablo 3.25.	Deney ve Kontrol Gruplarının Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	102
Tablo 3.26	Deney Grubunun Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	102
Tablo 3.27.	Kontrol Grubunun Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	103
Tablo 3.28.	Deney ve Kontrol Gruplarının Beşinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması	104
Tablo 3.29.	Deney ve Kontrol Gruplarının FLTÖ Ön Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları.....	105

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.30.	Deney Grubunun FLTÖ Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları	105
Tablo 3.31.	Kontrol Grubunun FLTÖ Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları	106
Tablo 3.32.	Deney ve Kontrol Gruplarının FLTÖ Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları	106

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.	Çalışmanın Ortaya Çıkış Sürecinde Takip Edilen Aşamalar	36
Şekil 2.2.	Birinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	43
Şekil 2.3.	Birinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	44
Şekil 2.4.	İkinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	46
Şekil 2.5.	İkinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	47
Şekil 2.6.	Üçüncü Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı	48
Şekil 2.7.	Üçüncü Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	49
Şekil 2.8.	Dördüncü Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	51
Şekil 2.9.	Dördüncü Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	52
Şekil 2.10.	Beşinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	53
Şekil 2.11.	Beşinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı.....	54
Şekil 3.1.	Birinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	63
Şekil 3.2.	İkinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	64
Şekil 3.3.	Üçüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	66
Şekil 3.4.	Dördüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	67
Şekil 3.5.	Beşinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	72
Şekil 3.6.	Altıncı Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	73
Şekil 3.7.	Yedinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	75
Şekil 3.8.	Sekizinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	76
Şekil 3.9.	Dokuzuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	81
Şekil 3.10.	Onuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	82
Şekil 3.11.	On Birinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	84

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.12.	On İkinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	85
Şekil 3.13.	On Üçüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	91
Şekil 3.14.	On Dördüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	92
Şekil 3.15.	On Beşinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	93
Şekil 3.16.	On Altıncı Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	94
Şekil 3.17.	On Yedinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	99
Şekil 3.18.	On Sekizinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı	100
Şekil 3.19.	On Dokuzuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı.....	101

KISALTMALAR LİSTESİ

OBT: Optik Başarı Testi

FLTÖ: Fizik Laboratuar Turum Ölçeği

ss: Standart sapma

p: Anlamlılık değeri

r: Korelasyon katsayısı

\bar{X} : Aritmetik ortalama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar tarih boyunca ilgi ve gereksinimleri sebebiyle doğayı ve doğada gerçekleşen olayları anlamaya çalışmışlardır. İnsanların doğaya olan merakları ve doğal olayları anlamlandırma çabaları bilim sürecinin başlamasına zemin hazırlamıştır (Çepni, Ayvacı ve Bacanak, 2009). Başlangıçta, bilimin gelişmesiyle birlikte insanoğlunun doğaya ve doğada gerçekleşen olaylara egemen olmasının, refah düzeyi yüksek bir yaşamı da beraberinde getireceği düşünülmüştür. Ancak bilimin belirli bir disiplinden uzak bir şekilde gelişmesi doğada gerçekleşen döngüsel aktivitelere zarar vererek yaşam alanlarını olumsuz yönde etkilemiştir. Sanayi devriminden sonra bu durumun farkına varan insanoğlu bilim sürecini kontrol altına alarak belirli bir disiplin içerisinde bilinçli bir toplum oluşturma çabasına yönelmiştir. Ayrıca, bilimin ilerlemesiyle birlikte artan bilimsel bilgilerin düzensiz olması bu bilgilerin sistematik bir şekilde sunulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu sebepler bilim eğitiminin öneminin artmasına yol açmıştır.

Fen eğitimi; öğrencilerin, içinde yaşadıkları dünyayı anlama yollarını geliştirmelerini, kendi deneyimleriyle bağlantı kurarak kavramlar oluşturmalarını, bilgiyi kazanma ve organize etmeyi öğrenmelerini, fikirlerini uygulayabilmelerini ve test edebilmelerini sağlamayı amaçlamaktadır (Mann ve Treagust, 2010). Bu bağlamda, günümüzde bilim ve teknolojinin sürekli gelişmesiyle birlikte fen okuryazarı bireylerin yetiştirilmesi ülkelerin eğitim programlarının temel hedefleri arasında yer almaktadır (AAAS, 1993). Fen okuryazarlığı; bireylerin, araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, dünya ile ilgili merak duygularını devam ettirmeleri için gerekli olan bilime ilişkin beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilerinin bir birleşimidir (Özdemir, 2010). Fen okuryazarı bireylerin yetiştirilmesi için ülkelerin eğitim programlarını sürekli güncelleyerek çağın gereksinimlerine cevap verecek duruma getirmeleri kaçınılmaz hale gelmiştir. Ülkemizde de bilimsel ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek amacıyla fen eğitiminin gerekliliğinin ve öneminin farkına varılarak öğretim programının içeriği ve felsefesine ilişkin çeşitli değişimlere gidilmiştir (MEB, 2004). Dünyada çağdaş fen eğitim programlarını en fazla etkileyen yapılandırmacı öğrenme kuramı (Matthews, 2002) Milli

Eğitim Bakanlığı tarafından 2005 yılından itibaren benimsenerek ilköğretim okullarında uygulanmaya başlanmıştır. Yapılandırıcılık, öğrencilerin bilgiyi sahip oldukları ön bilgileriyle yapılandırmalarına dayanan (Köseoğlu ve Kavlak, 2001), bilginin doğasını ve öğrenmenin nasıl gerçekteştiğini aııklayan bir kuramdır (Brooks ve Brooks, 1993). Yapılandırıcı öğrenme kuramına göre öğrenenler yeni bilgiyi deneyimleri sonucunda eski bilgileriyle ilişkilendirerek beyinlerinde yapılandırırılar (Bordner, 1986). Bu kuram, bilgiyi yapılandırma sürecinde öğrencilerin sorumluluk üstlenerek aktif rol almalarını ve edindikleri bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirmelerini temel almaktadır (Airasian ve Walsh, 1997). Nitekim, bilişsel alanda yapılan araştırmalar öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmasıyla öğrenmelerin daha iyi gerçekteştiğini göstermektedir (Harris vd., 2001).

Etkili fen eğitiminin gerçekteştirilebilmesi için öğrencilerin bilgiyi işbirliği içerisinde yapılandırmalarına elverişli ve fiziksel olarak yeterli donanıma sahip öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğu düşünölmektedir. Bilgiyi yapılandırma süreci; zihinsel etkinlikler yoluyla sağlanabileceği gibi fiziksel etkinlikler yoluyla yani yaparak yaşayarak da elde edilebilmektedir (Harlen, 2000). Bu bağlamda, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecinde aktif olarak rol almaları, bilgiyi fiziksel etkinlikler yoluyla elde edebilmeleri ve edindikleri bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirebilmeleri için uygun öğrenme ortamlarının düzenlenmesi gerekmektedir. Fen eğitiminde, laboratuvar ortamları öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarına uygun fiziksel ortamlar olarak kullanılmaktadır (Arı ve Bayram, 2011). Fen bilimleri laboratuvarları, öğrencilerin fen konularını daha etkili ve anlamlı olarak öğrenmeleri bakımından önemli bir işleve sahip olan ve öğrenilmek istenen konunun veya kavramın yapay olarak öğrenciye birinci elden deneyimlerle verildiği ortamlardır (Sarı, 2011). Laboratuvar ortamında öğrenciler yaparak yaşayarak öğrenmeye dayalı etkinliklerde bulunmalarından dolayı laboratuvarlar, fen öğretiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Hatta etkin fen öğretiminin gerçekteşebilmesi için laboratuvar uygulamaları zorunludur (Çepni ve Ayvacı, 2006). Ancak ölkemizde bütün eğitim kademelerinde laboratuvar uygulamalarına gereken önem verilmediğinden, laboratuvar uygulamalarında belirlenen amaçlara ulaşılmadığı düşünölmektedir. Demirelli (2003) laboratuvar ortamlarındaki başarısızlığın sebebinin laboratuvar derslerinin dizaynından kaynaklandığını savunmaktadır. Çünkü geleneksel laboratuvar uygulamaları sırasında deneyler gösterip yaptırma ve bilinen sonuçların tekrar ispat edilmesi şeklinde gerçekteştirilmektedir (Yeşilyurt, 2003). Bu

durumun öğrencilerin yeni bilgiyi ön bilgileriyle ilişkilendirmelerini ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini engellediği düşünülmektedir.

Optik öğretimine yönelik yapılan çalışmalarda ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite düzeylerindeki öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu (Chen, Lin ve Lin, 2002; Hubber, 2005; Blizak, Chafiqi ve Kendil, 2009) ve öğrenme zorlukları yaşadıkları (Galili ve Hazan, 2000; Colin ve Viennot, 2001) tespit edilmiştir. Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesinden sorumlu öncü kişiler olması nedeniyle; fen müfredatında yer alan konularda konu alanı bilgilerinin yeterli olması ve ilgili deneyleri gerçekleştirme yeterliliğine sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, fen ve teknoloji öğretmen adaylarının meslek hayatına başladıktan sonra fen ve teknoloji dersleri kapsamında öğrencilerinin optik konularını yapılandırma süreçlerinde onlara rehberlik edecek yetkinlikte olmaları da gerekmektedir. Ayrıca, yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturma ve öğrenme ortamlarını koordine etme becerisine sahip olmaları etkin fen eğitiminin gerçekleşmesi için zorunlu görülmektedir (Taber, 2000). Dolayısıyla, öğretmen adaylarının fizik laboratuvar dersleri kapsamında optikle ilgili deneyleri gerçekleştirebilecek alan bilgisine sahip olmaları herkesin üzerinde birleştiği bir durumdur.

Chu, Treagust ve Chandrasegaran (2009) optik öğretimine ilişkin yapmış oldukları çalışmada daha etkili öğretimin sağlanması için konunun günlük hayatla ilişkilendirilip öğretilmesini önermişlerdir. Bu durum optik konularının öğretimi sırasında öğretmen adaylarının laboratuvar ortamlarında bilgiyi yapılandırmalarının önemini göstermektedir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak yetiştirilmesi kaçınılmazdır (Arslan, 2007). Çağdaş eğitim kuramlarına uygun olarak öğrenme ortamlarının düzenlenmesi sırasında rehber ders materyalleri büyük öneme sahiptir. Laboratuvar uygulamaları sırasında materyal kullanımı, etkili öğrenme ortamı hazırlayarak, öğrencilerin hedeflere daha kolay ulaşmalarını sağlamada ve yürütülen programın başarıya ulaşmasında önemli rol oynamaktadır (Açışlı ve Turgut, 2011). Galili ve Lavrik (1998) optik konularının öğretiminde öğrencilerin başarısız olma sebeplerinin öğretim yöntem ve materyal eksikliğinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca, Akdeniz, Yıldız ve Yiğit (2001) dersin giriş kısmında, kavramların öğrencilerin ilgisini çeken günlük hayattan örneklerle ilişkilendirilmesini ve laboratuvar ortamında derinlemesine işlenmesini gerekli görmüşlerdir. Ülkemizde geometrik optik konularının öğretiminde yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun laboratuvar materyallerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara pek rastlanmamıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada

yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında geometrik optik konularının öğretimine yönelik ders materyalleri tasarlanmıştır. Tasarlanan materyallerin öğrencilerin akademik başarılarına ve fizik laboratuvarlarına olan tutumlarına etkisi araştırılmıştır.

1.2. Araştırmanın Problemi

Bu araştırmanın problemi; “Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında geometrik optik konularının öğretilmesine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen ders materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının fen ve teknoloji öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkileri nelerdir?”

1.2.1. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak tasarlanan materyaller ile gerçekleştirilen öğretim süreçleri fen ve teknoloji öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkilemektedir?
2. Yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak tasarlanan materyaller ile gerçekleştirilen öğretim süreçleri fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarını nasıl etkilemektedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bilgi çağının yaşandığı günümüzde bilimsel ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek amacıyla ülkemizde; fen ve teknoloji eğitiminin vizyonu, bireysel farklılıklarına bakılmaksızın bütün öğrencilerin fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesi olarak belirlenmiştir (MEB, 2008). Bu durum öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesinde öncü kişiler olan fen ve teknoloji öğretmenlerinin yeterli mesleki bilgiye ve alan bilgisine sahip olabilmelerini gerektirmektedir (Akpınar ve Ergin, 2005).

Fizik konuları, fen ve teknoloji öğretmen adaylarının en çok zorlandığı konular arasında gösterilmektedir (Bakırcı, 2005). Özellikle optik öğretimine yönelik yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının konuyla ilgili yeterli kavramsal gelişime sahip olmadıkları görülmektedir (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Galili ve Hazan, 2000; Epik vd., 2002; Heywood, 2005; Kaya Şengören, 2006; Aydın, 2007; Kara, Erduran Avcı ve Çekbaş, 2008; Özkaynak, 2008; Yıldırım Benli, 2010; Olympiou ve Zacharia, 2010; Yılmaz, 2010). Optik konularının öğretimi günümüzde ilköğretim sınıflarından itibaren gerçekleştirilmektedir. Optik öğretiminin gerçekleştiği derslerde öğretimden sorumlu öğretmenlerin yeterli optik bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin optik bilgilerinin geliştirilmesine yönelik olarak lisans dönemlerinde fizik dersleri kapsamında optik konularının öğretimi gerçekleştirilmektedir. Özellikle fen ve teknoloji öğretmenleri öğrencilerin fen temellerinin oluşması açısından hayati öneme sahip bireyler olarak kabul edilmektedirler. Bundan dolayı ülkemizde fen ve teknoloji lisans programında öğretmen adaylarının fizik dersi kapsamında optik konularına dair bilgileri geliştirilmektedir.

Fen bilimleri geniş ölçüde gözlem ve deneylerden elde edilen genellemelere dayandığından deneysel bilimler olarak adlandırılmaktadır (Bahadır, 2007). Ayrıca, fen bilimleri; öğrencilerin sorgulama, problem çözme, deney yapma becerilerinin geliştirilmesini amaçlamaktadır (MEB, 2004). Yani fen eğitimi almış bireyler sorgulayıcı düşünebilmeli, problem çözme becerisine sahip olabilmeli ve konularla ilgili gerekli deneyleri yapabilecek yetkinlikte olmalıdırlar. Lisans süresinde fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fen konularına ilişkin deneyleri gerçekleştirebilmeleri amacıyla laboratuvar uygulama derslerine yer verilmektedir. Büyük, Demir ve Erol (2010) laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin sahip oldukları ön bilgileriyle yeni bilgiyi keşfedip yapılandırmalarını, bilimin doğasını kavramalarını ve bu sayede anlamlı öğrenmelerini kolaylaştıracağını savunmaktadırlar. Ayrıca, bireylerin edindikleri bilimsel bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirip kullanmaları, aktif olarak bilgiyi yapılandırmalarıyla mümkün olmaktadır. Öğrencilerin aktif olduğu öğrenme ortamlarında uygulanan etkinliklerle ve materyallerle derse olan ilgileri arttırılmalı, bu yolla öğrenciler düşünmeye ve araştırmaya teşvik edilmelidir (Martin, 1997). Ülkemizde lisans düzeyinde öğrencilerin ilgilerini çekerek öğrencileri düşünmeye ve araştırmaya teşvik eden laboratuvar materyallerinin yetersiz olduğu söylenebilir.

Optik öğretimine yönelik olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirecek nitelikte olmadığı Olympiou ve Zacharia (2010) tarafından dile getirilmiştir. Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarının geliştirilmesi sebebiyle Nuhoğlu (2004) tarafından fizik laboratuvar derslerinin işlenmesine ilişkin öğretim materyallerinin geliştirilmesi önerilmiştir. Bu bağlamda, çalışmada, fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi elde etmeye ilgi duymaları, bilimsel bilgiyi yaparak yaşayarak yapılandırmaları ve fizik laboratuvarına olan tutumlarının geliştirilmesi amaçlarıyla geometrik optik konularının öğretilmesine yönelik yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı ders materyalleri tasarlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, geometrik optik konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak hazırlanan ders materyallerinin Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında fen ve teknoloji öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkilerinin araştırılmasıdır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Hazırlanan materyaller bazı optik konularıyla sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen ve Teknoloji Öğretmenliği Programında 2. sınıfta öğrenim gören 98 öğretmen adayları ile sınırlandırılmıştır.
3. Araştırma Genel Fizik Laboratuvar III dersleriyle sınırlandırılmıştır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının veri toplama araçlarına samimiyetle cevap verdikleri varsayılmıştır.
2. Araştırmada kullanılan testin amaca uygunluğunun tespitinde uzman görüşlerinin yeterli olduğu kabul edilmektedir.

3. Araştırmada kullanılan testin öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgileri açığa çıkarmada yeterli olduğu kabul edilmektedir.

1.7. Optik Öğretimi ile İlgili Literatür

Işık, canlılığın varlığı ve devamı için hayati özelliğe sahiptir. Bundan dolayı insanoğlu tarih boyunca ışığın yapısını ve hareketini araştırmıştır. Işığın yapısı ve farklı ortamlardaki hareketini inceleyen fiziğin alt bölümüne optik denilmektedir. Optik ile ilgili yapılan ilk çalışmalar binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Birçok filozof ve bilim insanı ışığın yapısı ve davranışlarıyla ilgili çalışmalarda bulunarak optiğin gelişmesine katkı sağlamışlardır (Ayvacı vd., 2010). Bilim insanlarının optikle ilgili yapmış oldukları çalışmalar sonucu elde edilen bilimsel bilgiler günümüzde her öğrenim düzeyindeki öğretim müfredatlarında yer almıştır. Dolayısıyla, optik öğretimiyle ilgili yerli ve yabancı literatürde yer alan birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmaktadır.

Optik öğretimine yönelik olarak yurtiçinde yapılan çalışmalar amaçları açısından incelendiğinde, ağırlıklı olarak farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ışık kavramını algılama biçimlerinin belirlenmesini, optik konularına ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesini ve giderilmesini amaçlayan çalışmalara rastlanmaktadır (Akdeniz, Yıldız ve Yiğit, 2001; Cansüngü Koray ve Bal, 2002; Epik vd., 2002; Kara, Kanlı ve Yağbasan, 2003; Kutluay, 2005; Yeşilyurt vd., 2005; Ayvacı ve Devecioğlu, 2006; Aydın, 2007; Kaçan, 2008; Kara, Erduran Avcı ve Çekbaş, 2008; Şahin, İpek ve Ayas, 2008; Anıl ve Küçüközer, 2010; Yılmaz, 2010). Yerli literatürde yer alan bazı çalışmalarda ise; araştırmacılar optik konularının öğretimi sırasında farklı yöntem ve tekniklere ilişkin materyaller geliştirerek öğretim süreçlerinin işlevselliğini araştırdıkları görülmektedir (Caner, 2009; Kocakulah, 2006; Kaya Şengören, 2006; Pektaş vd., 2009; Yıldırım Benli, 2010). Bu çalışmalardan farklı olarak Özkaynak (2008), öğrencilerin optik ve madde konusunu günlük hayata uyarlayabilmelerindeki başarılarında, kişilik rolünün ve akademik değişkenlerin etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Başka bir çalışmada ise Alptekin ve Yılmaz (2007), optik konusunun 11. sınıflardan 9. sınıflara alınmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmayı amaçlamıştır.

Optik öğretimine yönelik olarak yurtdışında yapılan çalışmalar amaçları açısından incelendiğinde, yurtiçinde yapılan çalışmalara benzerlik gösterdikleri göze çarpmaktadır. Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ışık ve bazı optik konularına ilişkin kavramsal algılarının tespit edilmesini ve optik öğretimi sırasında zorluk çektikleri noktaların belirlenmesini amaçlayan birçok çalışma görülmektedir (Singh ve Butter, 1990; Osborne vd., 1993; Galili ve Lavrik, 1998; Colin ve Viennot, 2001; Colin, Chauvet ve Viennot, 2002; Heywood; 2005). Yabancı literatürde yer alan bazı çalışmalarda ise; öğrencilerin optik konularına ilişkin kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bu yanılgıların giderilmesi amaçlanmıştır (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Saxena, 1991; Chen, Lin ve Lin, 2002; Blizak, Chafiqi ve Kendil; 2009). Bu çalışmalardan farklı olarak Raftopoulos, Kalyfommatou ve Constantinou (2005) yapmış oldukları çalışmada ışığın doğasının öğretimi üzerinde durmuşlardır. Yabancı literatürde yer alan bazı çalışmalarda ise araştırmacılar optik konularının öğretimi sırasında farklı yöntem ve teknikler kullanarak ve bu yöntem ve tekniklere ilişkin materyaller geliştirerek öğretim süreçlerinin işlevselliğini araştırmışlardır (Galili ve Hazan, 2000; Hubber, 2005; Buty ve Mortimer 2008). Teknolojinin ilerlemesi optik öğretiminde bilgisayar destekli öğretim materyallerinin kullanılmasına yol açmıştır. Birçok çalışmada bilgisayar destekli optik öğretiminin etkililiği sorgulanmıştır (Tao, 2004; Mzoughi vd., 2007; Tekos ve Solomonidou, 2009; Eshach, 2010; Martinez vd., 2011). Bu çalışmalara ek olarak, Olimpiou ve Zacharia (2010), optik öğretimindeki gerçek laboratuvar uygulamalarını sanal laboratuvar ortalamalarıyla gerçekleştirilen uygulamalarla karşılaştırmıştır. Andersson ve Bach (2005), ise optik öğretimine yönelik geliştirdikleri öğretim programlarının etkililiğini ortaya çıkarmışlardır.

Bu bölümde optik öğretimine yönelik olarak yerli ve yabancı literatürde yer alan bilimsel çalışmalar ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

1.7.1. Optik Öğretimi ile İlgili Yerli Literatür

Optik biliminin, ışığın yapısı ve farklı ortamlardaki davranışını incelemesi sebebiyle öğrencilerin ışık kavramını algılama biçimlerinin büyük bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, yerli literatürde farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ışık kavramını algılama biçimlerinin ve bazı optik konuları hakkındaki kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik birçok çalışmayla karşılaşılmaktadır.

Yeşilyurt vd. (2005), ilköğretim 4. ve 5. sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin ışık konusuna ilişkin görüşlerini ve bu konudaki öğrenme güçlüklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini, 2001-2002 eğitim öğretim yılında Van ilinde öğrenim gören 80’i 4. sınıf, 105’i 5. sınıf öğrencisi olmak üzere 10-12 yaş aralığında toplam 185 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışma ışığın varlığı, bulunduğu ortamlar, ışığın işlevi, görme olayı, ışık ve renkler, ışık ve büyüteç konularında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında, ses kayıt cihazları kullanılarak bire bir iletişim ve ses kayıt cihazları ile anlık notların alındığı grup şeklinde tartışmalar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin ışığı madde olarak algıladığı ve ışığı elektrik lambası ile özdeşleştirdikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin ışık kaynaklarını ısı kaynağı olarak düşünmedikleri, görme olayını tanımlayamadıkları ve renklerle ilgili düşük anlama düzeylerine oldukları sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırmacılar, çalışmanın sonuçlarından hareketle konunun öğretiminin laboratuvar uygulamalarıyla desteklenmesi önerisinde bulunmuşlardır.

Kara, Erduran Avcı ve Çekbaş (2008), örneklem grubunu üniversite seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin oluşturduğu bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, öğrencilerin ışık kavramı ile ilgili akademik bilgi birikimlerini ve zihinlerinde yapılandırdıkları ışık kavramını yazı ve çizim yöntemleriyle ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Araştırmanın örneklemini, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi ve Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümlerinden, önceki yıllarda fizik dersi alıp başarılı olan toplam 99 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının, “Işık nedir?” ve “Işık denilince ne anlıyorsunuz?” sorularını çizim ve yazı yoluyla cevaplamaları istenmiştir. Araştırmanın sonunda, öğrencilerin ışık konusuyla ilgili yazım ve çizimlerinden bilgi seviyelerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu konu hakkında yanlış ve eksik bilgiye sahip olan öğrencilerin oranının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin optik konularını algılama biçimlerinin belirlenmesi optik öğretimi açısından önemli görülmektedir. Şahin, İpek ve Ayas (2008), yapmış oldukları çalışmada, ilköğretim 4. sınıf, 6. sınıf ve 8. sınıf öğrencilerinin; ışık, görme, görüntü ve ışık kaynakları hakkındaki kavramsal gelişimlerini araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini, 2005-2006 eğitim öğretim yılında Trabzon ili Akçaabat ilçesinde öğrenim gören 1700 ilköğretim öğrencisinden rastgele seçilen 34 dördüncü sınıf, 36 altıncı sınıf, 39 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Cross-age metodolojisinin uygulandığı

çalışmada veri toplama aracı olarak önceki çalışmalarda kullanılan ve araştırmacılar tarafından Türkçe'ye uyarlanan biri açık uçlu, beşi iki aşamalı sorulardan oluşan test ve bir adet çizim sorusu ile kavramlar hakkında hazırlanan görüşme tekniği kullanılmıştır. Testteki açık uçlu soru öğrencilerin ışığın tanımını yapmalarına yöneliktir. 4. sınıf öğrencilerinin %35'i ışık ortamı aydınlatır şeklinde bu soruyu cevaplandırırken, %21'i ise ışığı güneşle ilişkilendirmiştir. 6. Sınıf öğrencilerinin %41'i ışık kavramını görme olayıyla ilişkilendirirken 8. sınıf öğrencilerinin %51'i ışığı enerji olarak tanımlamıştır. İki aşamalı sorulardan birincisinde öğrencilerin ışık kaynaklarını tanıyıp tanımadıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde 4. sınıf öğrencilerinden sadece % 3'ü, 6.sınıf öğrencilerinin %31'i ve 8.sınıf öğrencilerinin %36'sı soruya doğru cevap vermiştir. İki aşamalı ikinci soruda öğrencilere karanlık bir odada beyaz ve siyah renkteki kâğıtlardan hangisinin görülebileceği sorulmuştur. Bu soruya, 4.sınıf öğrencilerinden %12'si, 6.sınıf öğrencilerinin %17'si ve 8.sınıf öğrencilerinin %40'ı doğru cevap vermişlerdir. İki aşamalı sorulardan üçüncüsü ve dördüncüsünde öğrencilerin görme olayının gerçekleşmesi için ışık kaynağından gelen ışığın takip ettiği yolu anlamlandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu sorulara yanlış cevaplar verdiği analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır. İki aşamalı sorulardan sonuncusu görme olayının gerçekleşmesi için ışığın varlığının gerekliliğini ve ışık kaynaklarını anlamlandırmalarını içeren bir kavram karikatüründen oluşmaktadır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların diğer sorulara verilen cevaplarla paralel olduğu analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeden ve çizimlerden benzer sonuçlara varılmıştır. Araştırmanın sonucunda konunun öğretimiyle ilgili olarak öğretmenlerin kavram yanlışlarının farkında olmaları ve öğretimin daha iyi gerçekleştirilmesi için kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik materyallerin geliştirilmesinin gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

Buraya kadar özetlenen çalışmalar optik öğretimi sırasında çeşitli öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ışık ile ilgili bazı kavramları algılama biçimlerini içermektedir. Bu çalışmalar, farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ışık ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerin optik konularıyla ilgili kavram yanlışlarının spesifik olarak belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar da yerli literatürde yer almaktadır.

Kutluay (2005), 11. sınıf öğrencilerinin geometrik optik konusunda kavram yanlışlarının tespit edilmesi için üç aşamalı bir test geliştirmiştir. Araştırmanın örneklemini, İstanbul ili Bayram Paşa ilçesinde öğrenim gören bütün 11. sınıf fen grubu öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmacı önce on birinci sınıf öğrencilerinden 15 kişiyle birebir mülakatlar yaparak elde ettiği sonuçları ilgili literatürle karşılaştırıp açık uçlu bir test geliştirmiştir. Hazırlanan test 141 öğrenciye uygulanarak öğrencilerin verdikleri cevaplar gruplandırılmıştır. Bu cevaplar ve ilgili literatürden faydalanılarak geometrik optik kavram yanlışları testinin çeldiricileri araştırmacı tarafından düzenlenmiştir. Oluşturulan test tekrar 141 öğrenciye uygulanarak faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi sonuçlarına göre 5 faktör tespit edilmiştir. Testin içerik ve yapısal güvenilirliğini hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda verilen cevapların %28,2 'sinin yanlış sebepli doğrulardan kaynaklandığı, doğru sebepli yanlış cevapların ise %3,4 oranında olduğu tespit edilmiştir. Testin cronbach alpha güvenilirliği öğrencilerin üç aşamaya doğru cevaplar vermesi üzerinden 0,55, kavram yanlışları ile ilgili ise 0,28 olarak hesaplanmıştır. Araştırmacı İteman programını kullanarak yapmış olduğu analizler sonucunda geliştirdiği testin daha geniş bir örnekleme uygulanmasını önermiştir.

Kutluay (2005)'de öğrencilerin bazı optik konularına ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik test geliştirilirken Akdeniz, Yıldız ve Yiğit (2001) konu ve sınıf bazında öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çalışmışlardır. Akdeniz, Yıldız ve Yiğit (2001), yapmış oldukları çalışmada, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin, fen bilgisi ders programında yer alan "Işık Ünitesi" ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Yapılan özel durum çalışmasının örneklemini, Trabzon ilindeki 6 ilköğretim okullundan 240 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada, fen bilgisi ders kitaplarında ve kaynaklarında "Işık Ünitesi" ile ilgili tespit edilen kavramlarla bağlantılı olarak mülakat soruları hazırlanmıştır. Mülakatlar uygulanmıştır ve mülakat sonuçlarına paralel olarak başarı testi düzenlenmiştir. Test ve hazırlanan yarı yapılandırılmış mülakat veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Araştırma sürecinde ilk mülakatların ardından ders sürecine geçilmiş daha sonra test uygulanmış ve en son olarak 10 öğrenci ile son mülakatlar yapılmıştır. Araştırmada, ışığın tanımlanması, yayılması, yansımaları ve kırılması konularında öğrencilerin ortalama olarak % 70'inin kavramları anlamakta ve ifade etmekte zorlandıkları, % 30'unun kavramlar hakkında yanlışlığa düştükleri tespit edilmiştir. Genel olarak öğrencilerin kavramları ezberden tanımlayıp, yeni durumlara uyarlayamadıkları belirlenmiştir. Kavramlar hakkında öğrencilerde oluşan fikirlerde yakın çevrelerinden

edindikleri bilgilerin etkili olduğu sonuçlarına varılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda öğrencilerin kavram yanlışlarının yeni araştırmacılar tarafından belirlenmesi ve bu yanlışları giderecek materyaller geliştirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, dersin giriş kısmında öğrencilerin ilgisini çeken örneklerle, kavramların günlük hayatla ilişkilendirilmesi ve laboratuvar ortamında derinlemesine işlenmesi önerilmiştir.

Akdeniz, Yıldız ve Yiğit (2001)'e benzer olarak Kara, Kanlı ve Yağbasan (2003) tarafından yapılan bir çalışma da lise düzeyindeki öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Kara, Kanlı ve Yağbasan (2003), lise 3. sınıf öğrencilerinin ışık ve optik ile ilgili öğrenme güçlüğü çektikleri noktaları, yanlış anladıkları kavramları ve bunların sebeplerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini, Uşak Millî Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı süper liselerde lise 3. sınıfta öğrenim gören 143 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada KR-20 güvenilirliği 0.83 olarak hesaplanmış olan 32 soruluk başarı testi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Başarı testindeki sonuçlar okullarda görev yapan rehber öğretmen, fizik öğretmenleri ve öğrenciler tarafından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin laboratuvarı kullanıp kullanmamaları ve derslere aktif olarak katılma durumlarının öğrenci başarısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada geleneksel öğretim yaklaşımının yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına benzer yaklaşımlarla öğrencilerin konuyu aktif bir şekilde laboratuvar ortamlarında yapılandırmalarını önermişlerdir. Ayrıca öğretmenlere bu amaçla seminerler verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Anıl ve Küçüközer (2010), yapmış oldukları çalışmada, 9. sınıf öğrencilerinin düzlem aynada görüntü konusuna ilişkin ön bilgilerini ve kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini, 2007-2008 bahar yarıyılında Balıkesir merkezde yer alan iki lisenin 9. sınıfında öğrenim gören 310 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak hesaplanan dört sorunun yer aldığı kavramsal anlama testi ve 16 öğrenci ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler araştırmanın veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Yapılan nitel analiz sonucunda öğrencilerin “gözlemcinin konumu ile görüntü ilişkisi”, “düzlem aynada görüntünün yeri”, “cisim ile görüntü arasındaki ilişki”, “görüntünün sahip olduğu özellikler” ve “görüş alanının bağlı olduğu faktörler” konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, aynalar konusunda ortaya çıkarılan kavram yanlışlarının giderilmesi için; kavram haritaları ve anlam çözümleme tabloları

geliştirilmesi önerilmiştir. Bununla birlikte öğrenme sürecinde deneysel aktivitelere yer verilmesi önerilerek, deneysel aktiviteler örneklendirilmiştir.

Epik vd. (2002), yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin ışık, görüntü oluşumu ve görüntünün gözlenmesi konuları hakkındaki kavram yanlışlarını ve bunların kaynaklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini, Buca Eğitim Fakültesinde fizik ve fen bilgisi anabilim dallarında öğrenim gören 150 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada, veri toplama aracı olarak 5 soruluk bir test kavram testi kullanılmıştır. Testteki sorular öğrencilerin, çukur aynada görüntü oluşumuna, gölge oluşumuna, ışığın genel davranışına, düzlem ayna ve yakınsak mercekte görüntü oluşumuna yönelik bilgilerini sorgulamaya ve diyagram çizimleriyle bilgilerini açığa çıkarmaya yöneliktir. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin çukur aynada görüntü oluşumuna, gölge oluşumuna, ışığın genel davranışına, düzlem ayna ve yakınsak mercekte görüntü oluşumuna yönelik kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yanlışların öğrencilerin gözlemsel düşüncelerinin, bilimsel olmamasından kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Epik vd. (2002)'e benzer bir çalışma da Cansüngü Koray ve Bal (2002) tarafından ilköğretim düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oluş sebeplerine ilişkin benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Cansüngü Koray ve Bal (2002), ilköğretim 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları yanlış kavramları ve öğrencilerin bu kavramları edinirken çevrelerinde gelişen günlük deneyimlerden etkilenip etkilenmediklerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini, 1999-2000 eğitim öğretim yılı birinci döneminde Ankara ilinin Çankaya ve Yenimahalle ilçelerinde yer alan okullarda öğrenim gören 50 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak, uzman kişilerin onayı alınarak ve yabancı literatürden yararlanılarak hazırlanan açık uçlu soruların olduğu kavram testi kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen verilere göre; öğrencilerin, ışık ile ilgili bazı temel konularda kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar; öğrencilerin, günlük yaşantılarında edindikleri tecrübeler ve okulda almış oldukları formal eğitimin farklı ve eksik algılanmasından dolayı bu kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu sebeple fen öğretiminde farklı öğretim yöntemlerinin kullanılmasını önermişlerdir.

Farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin optik kavramlarına ve konularına ilişkin kavramsal algı biçimleri ve kavram yanlışlarının belirlenmesi optik konularının öğretimi sırasında öğrencilerin zorlandıkları noktaların tespiti açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin bu kavramsal algı biçimlerine ve kavram yanlışlarına

sahip olmalarının nedenlerinin araştırılması da etkili optik öğretimi öncesinde gerekli önlemlerin alınabilmesi sebebiyle önemli görülmektedir. Optik öğretimi açısından bu problemlerin giderilmesine yönelik girişimlerde bulunulmasının öğretimin etkililiğini arttıracığı belirgindir. Bu bağlamda, öğrencilerin konuyla ilgili kavram yanlışlarının belirlenip giderilmesine yönelik yerli literatürde bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Ayvacı ve Devocioğlu (2006), ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin “ışık” konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesinde; geleneksel öğretim yöntemi ve kavram haritalarını kullanarak desteklenmiş öğretimin etkililiğini araştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini, Trabzon Yavuz Selim ilköğretim okulunda 6. sınıfta öğrenim gören 52 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada, öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olarak kullanılan bilgi testi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bilgi testi ilgili 14 sorudan oluşmaktadır. Yapılan pilot çalışma sonucunda bilgi testinin Sperman Brown güvenilirlik katsayısı 0,60 olarak hesaplanmıştır. Uygulama sürecinden önce deney ve kontrol gruplarına yöneltilen ön test sonucunda öğrencilerin, en çok ışığın aydınlatma etkisi, ışığın hızı, aydınlatılmış cisimler ve ışığın yayılması konularıyla ilgili sorularda hataya düştükleri belirlenmiştir. Uygulama sürecinde deney grubunda kavram haritasıyla desteklenmiş öğretim, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim ile dersler sürdürülmüştür. Çalışmada deney grubundaki öğrencilerinin kontrol grubundan daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar çalışmanın sonunda Kavram haritalarının fen öğretiminde yaygın olarak kullanılmasını ve bu konuda hizmet içi eğitim kursları düzenlenmesini önermişlerdir.

Aydın (2007), öğrencilerin geometrik optik konusundaki kavram yanlışlarını tespit ederek, bu kavram yanlışlarını kavramsal değişim metinleriyle gidermeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini 2004-2005 öğretim yılında Ağrı Eğitim Fakültesinde 2. sınıfta öğrenim gören 90 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçlarını kavram testi ve mülakat uygulamaları oluşturmaktadır. 19 sorudan oluşan üç aşamalı α güvenilirlik katsayısı 0,69 olarak hesaplanan kavram testiyle öğretmen adaylarının geometrik optik konusundaki kavram yanlışları belirlenmiştir. 10 açık uçlu sorudan oluşan mülakatlarla kavram testinden elde edilen bulgular desteklenmiştir. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışma sırasında 90 öğrenciden oluşan örneklem; kontrol ve deney gruplarına ayrılmıştır. Deney grubunda kavramsal değişim metinlerine göre, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemine göre öğretim süreci yürütülmüştür. Öğretim sürecinden sonra deney ve kontrol gruplarına 19 soruluk son test uygulanarak ön test

sonuçlarıyla tutarlı olan 70 öğrencinin verileri istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Araştırmacı, çalışmada elde edilen istatistiksel veriler ışığında kavramsal değişim metinleri uygulanarak yapılan öğretimin benzer çalışmalarda olduğu gibi etkili öğrenme konusunda yararlı olabileceği sonucuna varmıştır. Çalışmanın sonunda, özellikle fen bilgisi eğitiminde öğretmenlerin öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmeleri önerilmiştir. Ayrıca, bu yanlışların bilgisayar, animasyon vb. ortam dosyalarıyla zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleriyle giderilebileceği vurgulanmıştır.

Kaçan (2008), çalışmasında 9. sınıf öğrencilerinin “Işık” ile ilgili kavram yanlışlarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Ayrıca, bu yanlışların giderilmesine yönelik uygulamalar yapmıştır. Çalışmanın örneklemini 2006-2007 eğitim öğretim yılında Kocaeli Özel Atafen Koleji’nde öğrenim gören 44 adet 9. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada, deneysel yöntem kullanılmıştır. 5 sorudan oluşan başarı testi çalışmanın veri toplama aracını oluşturmaktadır. Başarı testi öğrencilerin kavram yanlışlarının tespit edilmesi amacıyla uzman görüşleri doğrultusunda “yapılandırılmış grid” tekniği uyarınca hazırlanmıştır. Öğretim süreci bir hafta sürmüştür. Deney grubunda yapılandırmacılık stratejisinin önerdiği öğretim yöntemleriyle uygulama süreci gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise geleneksel yöntem uyarınca uygulama süreci tamamlanmıştır. Uygulama sürecinin sonunda deney ve kontrol gruplarına ön test olarak uygulanan başarı testi son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilerle 6 soruluk mülakatlar yürütülmüştür. Ölçüm sonuçları deney grubunda yer alan öğrencilerin başarı düzeylerinde kontrol grubunda yer alan öğrencilerin başarı düzeylerine nazaran daha fazla artış olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunda gerçekleştirilen mülakatlarda öğrenciler kendilerini daha aktif hissettiklerini, konuyu daha iyi anladıklarını, derslerin eğlenceli geçtiğini belirtmişlerdir. Ancak derslerin uzun zaman gerektirdiğini, ÖSS sınavında başarılı olmak için uygun bir yaklaşım olmadığını ve sınıf mevcudunun daha az olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Çalışmanın sonunda araştırmacı, ders süreci öncesinde öğretmenlerin konu ile ilgili belirlenmiş olan kavram yanlışlarıyla ilgili araştırma yapmalarını önermektedir.

Yılmaz (2010) çalışmasında, kavramsal değişim metinlerinin, kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini araştırmıştır. Ayrıca araştırmacı, kavramsal değişim metinlerinin öğrenci başarısına olan etkisini de sorgulamıştır. Çalışmada kullanılan yöntemin öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarını ve öğrencilerin başarıları ile tutumları arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediği de irdelenmiştir. Çalışmanın örneklemini, 2006-2007 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi fen bilgisi

öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 123 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Yarı deneysel bir yöntemin izlendiği çalışmada ön test ve son test olarak kavram testi ve fizik dersi tutum ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca çalışmanın ana örnekleminin dışında 17 öğrenci ile öğrencilerin geometrik optik konusundaki anlayışlarını ortaya çıkarmak amacıyla 14 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış mülakatlar uygulanmıştır. Uygulama sırasında deney ve kontrol grupları oluşturularak deney grubunda geometrik optik konularının işlenmesinde kavramsal değişim yaklaşımı, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Uygulama haftada 2 saat olmak üzere toplam 5 hafta sürmüştür. Çalışmada son testte elde edilen verilerin analizinde, kavramsal değişim metninin kullanıldığı deney grubunun başarısı ile geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunun başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin başarı ortalamasının kontrol grubundaki öğrencilerin başarı ortalamasından yüksek olduğu ($X_D= 11.13$, $X_K= 8.46$) belirlenmiştir. Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki kavram yanlışlarının yüzdesinin birbirine yakın olduğu ancak uygulama sonrasında deney grubundaki yanlış yüzdesinin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin fiziğe karşı tutumları açısından deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak ($t_{sd}= 6,30$; $p=0,000$, $p<0,5$) anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kavramsal değişim metninin kullanıldığı deney grubunun hem kavram başarısının, hem de fiziğe karşı tutumunun, kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı çalışmanın sonunda benzer çalışmalardan farklı olarak ders kitaplarında konu anlatımlarının kavramsal öğrenmeyi ön plana alacak şekilde düzenlenmesini ve ders sırasında tartışma ortamları oluşturulmasının verimliliği arttıracaklarını vurgulamıştır. Ayrıca, benzer çalışmaların ilköğretim ve orta öğretimde gerçekleştirilmesini ve farklı konularda da benzer çalışmaların yapılmasını önermektedir.

Buraya kadar çeşitli öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin optik konularına ilişkin kavramsal algılarının belirlenmesi, kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve bu yanlışların çeşitli materyaller geliştirilerek giderilmesine yönelik çalışmalardan bahsedilmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak çeşitli yöntem ve tekniklerin kullanılmasıyla gerçekleştirilen optik öğretiminin etkinliğinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmalar da yerli literatürde yer almaktadır.

Kocakulah (2006), “Geleneksel öğretimin ilk, orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi” isimli çalışmasını iki temel amaca göre yürütmüştür. Çalışmanın ilk amacı “ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri ile bu öğrencilere öğretmenlik yapmaya hazırlanan sınıf ve fizik öğretmen adaylarının görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin düşünce biçimlerini belirlemek”tir. Çalışmanın ikinci amacı ise “Görüntü oluşumu ve renkler konularına ilişkin, ilköğretim beşinci sınıf, lise son sınıf öğrencileri ile sınıf ve fizik öğretmen adaylarının geleneksel öğretim öncesi ve sonrası sahip oldukları düşünce biçimlerinde bir değişim olup olmadığını araştırmak”tır. Çalışma, örnek olay tarama modelinde olup tek grup ön test- son test desenlidir. Çalışmanın örneklemini, 2003-2004 eğitim öğretim yılında, Necati Bey Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 148 sınıf öğretmeni adayı ile 36 fizik öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak, Balıkesir ilinde rastgele seçilen, 3 ilköğretim okulunda beşinci sınıfta öğrenim gören 203 öğrenci ve 6 lisenin son sınıfında öğrenim gören 147 öğrenci de çalışmanın örneklem grubunda yer almıştır. Çalışmada, öğrenci düzeylerine uygun olarak hazırlanan, iki adet kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda örnekleme oluşturan kümenin, görüntü oluşumu ve renkler konuları ile ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, geleneksel yöntemin kavram yanılgılarını gidermede etkililiğinin sınırlı olduğu ortaya konmuştur. Çalışmanın sonunda; konunun öğretimine, öğretmen yetiştirme sürecine ve program geliştirmeye yönelik olarak önerilerde bulunulmuştur.

Kaya Şengören (2006), çalışmasında ışıkta girişim ve kırınım konularının öğretimine yönelik etkinlikler geliştirmiştir. Bu etkinliklerin kullanıldığı işbirlikli öğrenme modelinin öğrencilerin konuya yönelik başarılarına, hatırdaki tutmalarına, optik dersine yönelik tutumlarına, fizik dersine yönelik güven-önem düzeylerine etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçlara ek olarak, öğrencilerin öğretim modeline ve kullanılan materyallere yönelik duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, eğitim fakültesi 3. sınıfta optik dersini alan 44 fizik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Yarı deneysel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada, deney ve kontrol gruplarında uygulama süreci 8 hafta boyunca haftada yedişer saat sürdürülmüştür. Uygulama süresince deney grubunda işbirlikçi öğrenme teknikleri ile birlikte etkili öğrenme stratejilerine göre hazırlanan girişim ve kırınım konularına yönelik etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri uyarınca dersler

yürütülmüştür. Öğretim sürecinin ardından öğrencilere ön testte uygulanan başarı ölçeği, optik dersi tutum ölçeği, fizik dersi güven ve önem ölçeği tekrardan uygulanmıştır. Bu ölçme araçlarının dışında öğrencilerin derste kullanılan yöntemlere yönelik görüşleri kompozisyon şeklinde alınmıştır. Ayrıca geciktirilmiş son test olarak başarı ölçeği tekrardan uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ve sekiz haftalık hatırd tutma düzeyleri arasında deney grubu lehine olumlu farklar olduğunu göstermektedir. Ancak, öğrencilerin optik dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Öğrenci kompozisyonlarında işbirlikçi öğrenmenin geleneksel öğrenmeden daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Yani işbirlikçi öğrenmenin, öğrencilerin kullanılan materyallere yönelik duyuşsal ürünleri üzerinde geleneksel öğretime göre daha olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Yerli literatürde öğrencilerin işbirlikçi öğrenmelerine fırsat sağlayan bilgisayara dayalı laboratuvar ortamlarıyla optik öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalara da rastlanmıştır. Caner (2009) bilgisayara dayalı laboratuvar kullanımının, öğrencilerin optik kavramlarını öğrenmeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini, lise 1 de öğrenim gören 9 gönüllü öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma, haftada 2 saat olmak üzere toplam 5 hafta sürmüştür. Çalışmada her hafta bir etkinlik gerçekleştirilmiştir. Yazılı dokümanlar, yarı yapılandırılmış mülakatlar, sınıf içi konuşmalar ve gözlem notlarının veri toplama araçlarını oluşturduğu araştırma nitel bir durum çalışmasıdır. Çalışmada, 8 öğrencinin aydınlanma şiddetini hesaplamayı, 2 öğrencinin aydınlanma şiddetinin ışık kaynağıyla değişimini, 2 öğrencinin aydınlanma şiddetinin ışık kaynağının açısıyla değişimini matematiksel olarak ifade etmeyi ve 4 öğrencinin aydınlanma şiddetinin ışık kaynağının mesafesiyle değişimini BDL sayesinde öğrendiği belirlenmiştir. Ayrıca, 6 öğrenci fotometrelerin çalışma prensibini, 1 öğrenci ışık şiddetini matematiksel olarak hesaplamayı, 6 öğrenci ışık renklerinin oluşumunu, 1 öğrenci ışık renklerinin oluşumunu etkileyen faktörleri öğrenmişlerdir. Bunlara ek olarak, 3 öğrenci polaroid gözlüklerinin diğer güneş gözlüklerden farkını ve öğrencilerin hepsinin polarizasyon kavramını bilgisayara dayalı laboratuvar sistemi ile öğrendiği ifade edilmiştir. Çalışmanın sonunda, BDL'nin öğrencilere tahminlerini test edebilme imkânı verdiği ve işbirlikçi öğrenme ortamı sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırmacı BDL sisteminin yaygınlaştırılmasını önermiştir.

Pektaş vd., (2009) yapmış oldukları çalışmada, ilköğretim beşinci sınıf fen bilgisi dersinde yer alan “Ses ve Işık” ünitesinde bilgisayar destekli öğretim materyalinin öğrencilerin başarı düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, 2006-2007 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kırıkkale’de merkeze bağlı bir ilköğretim okulunda iki ayrı 5. sınıfta öğrenim gören toplam 78 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın veri toplama aracını 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan güvenilirliği uzmanlar tarafından Sperman Sıra Farkı Korelasyonu formülü kullanılarak $r_s=0,79$ olarak tespit edilen ses ve ışık başarı testi oluşturmaktadır. Deney grubunda Mobides bilgisayar destekli eğitim sistemi kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Uygulama süreci 4 hafta sürmüştür. Araştırmanın sonunda bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısı üzerinde geleneksel öğretim yönteminden daha etkili olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Araştırmacılar bilgisayar destekli öğretim materyalinin fen bilgisindeki diğer ünitelerin öğretiminde kullanılmasını, okullarda bilgisayar laboratuvarlarının yaygınlaştırılmasını önermişlerdir. Ayrıca, benzer araştırmaların daha büyük örneklemlerle farklı kademelerdeki sınıflarda ve branşlarda uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yıldırım Benli (2010)’da Kaya Şengören (2006)’e benzer olarak işbirlikçi öğrenme ortamına uygun etkinlikler geliştirmiştir. Geliştirdiği etkinlikle gerçekleştirdiği öğretim sürecini geleneksel yöntemle gerçekleşen öğretim süreciyle karşılaştırmıştır. Yıldırım Benli (2010), geometrik optik konularında soruşturma temelli öğretim yaklaşımına uygun aktif öğrenme etkinliklerinin işbirlikçi öğrenme ortamına uygulanmasının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve kavramsal değişimlerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini Buca Eğitim Fakültesinde 2. sınıfta Fizik III dersini alan 54 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçlarını araştırmacı tarafından hazırlanan “bilimsel süreç becerileri ölçeği” ve “üç basamaklı geometrik optik kavram ölçeği” oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde deney grubunda işbirlikçi öğrenme yöntemlerine ve araştırmaya dayalı öğretim yaklaşımına uygun etkinliklerle öğretim gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise, geleneksel öğretim yöntemleri uyarınca uygulama süreci yürütülmüştür. Öğretim süreçleri haftada 4 er saat olmak üzere 3 hafta sürmüştür. Çalışmada deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim süreçlerinin bilimsel süreç becerilerine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak, bilimsel soruşturmaya dayalı işbirlikçi öğrenme

yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine daha fazla katkı sağladığı belirtilmiştir. Benzer olarak, her iki öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal gelişimlerine anlamlı bir katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ancak soruşturma temelli öğrenme yaklaşımının geleneksel yaklaşıma göre kavramsal değişimde daha fazla etkili olduğunu istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak; soruşturmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kavramsal değişim ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı bu sebeple geometrik optik dersinde kullanılabilecek etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin, optik konularında kavram yanlışlarının belirlenmesine ve çeşitli yöntem veya tekniklerle optik öğretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmaların dışında da yerli literatürde bazı çalışmalara rastlanmaktadır.

Özkaynak (2008) çalışmasında, öğrencilerin optik ve madde konularını günlük hayata uyarlayabilmelerindeki başarılarında, kişilik rolünün ve akademik değişkenlerin etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini dördüncü sınıfta öğrenim gören 29 fizik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma, tarama modellenmiş nicel bir araştırmadır. Anket çalışmasıyla öğrencilerin başarı düzeylerini etkileyen faktörler belirlenmiştir. İstatistiksel anlamda t-testi, korelasyon analizi ve regresyon analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçlarını çalışma süreci anketi (SPQ), öğrenme süreci anketi (LPQ), öğrenme süreçleri değerlendirme formu (ILP) ve akademik benlik kavramı ölçeği oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak, KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,71 olan 27 sorudan oluşan başarı testi ve sınav kaygısı ölçeği de deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Öğrencilerin optik ve madde konusunu günlük hayata uyarlayabilme başarısının; çalışma süreci, öğrenme süreci, optik dersi sınav notu, akademik benlik kavramlarıyla anlamlı bir ilişki içerisinde olmadığı tespit edilmiştir. Yani optik ve madde konusunu günlük hayata uyarlayabilmede etkili olmadıkları belirlenmiştir. Sınav kaygısının günlük hayata uyarlama başarısını negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin optik ve madde konusunu günlük hayata uyarlayabilmelerindeki başarılarında kişilik rolü olarak bakılan cinsiyetin ve yaşın da etkili olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmacı, örneklemin artırılarak çalışmanın tekrarlanmasını, sınav kaygısının azaltılması gerektiğini ve çalışmanın mekanik, elektrik, statik gibi fiziğin diğer konularına uyarlanmasını önermiştir.

Alptekin ve Yılmaz (2007), yapmış oldukları çalışmada, optik konusunun 11. sınıflardan 9. sınıflara alınmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmışlardır. Ayrıca öğrencilerin konuyu anlama düzeylerini belirlemişlerdir. Çalışmanın örneklemini, Kırşehir Anadolu Öğretmen Lisesi ve Kızılırmak Lisesinden toplam 63 öğrenci ve Kırşehir merkezde görev yapan fizik öğretmenleri oluşturmuştur. Çalışmanın veri toplama araçlarını 20 soruluk öğrenci başarı testi ve 5 sorudan oluşan öğretmen mülakatları oluşturmaktadır. Araştırmacılar öğrencilerin konuyu anlamakta güçlük çektiklerini, dolayısıyla öğrenci başarılarının önemli ölçüde düştüğünü tespit etmişlerdir. Konuların kapsamlı işlenmesi için ders saatlerinin yeterli olmadığını belirtmişlerdir.

1.7.1. Optik Öğretimi ile İlgili Yabancı Literatür

Yabancı literatürde optik öğretime yönelik yapılan çalışmalar; amaç, yöntem, örneklem grubu gibi kriterlerce, yerli literatürdeki çalışmalarla ağırlıklı olarak örtüşmektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin optik kavramlarına ilişkin kavramsal anlamalarının tespit edilmesine, kavram yanlışlarının belirlenerek giderilmesine ve çeşitli yöntem veya teknikler kullanılarak optik öğretime yönelik çalışmalara yabancı literatürde de rastlanmaktadır. Öğrencilerin ışık ve bazı optik kavramlarına ilişkin kavramsal algılarının ve optik öğretimi sırasında zorluk çektikleri noktaların belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar aşağıda sunulmaktadır.

Osborne vd. (1993), yapmış oldukları çalışmada 7-11 yaş arası çocukların ışık kavramını algılama düzeylerini ve bu konudaki kavramsal gelişimlerini araştırmışlardır. Çalışmada, 64 öğrencilerden yazı ve çizim yöntemleri kullanılarak veri toplanmıştır. Öğrencilerin ışık kavramına ilişkin düşünceleri öğretimden önce ve sonra karşılaştırılmıştır. Öğrenci düşünceleri; ışık kaynakları, ışığın tanımlanması, görmenin doğası ve yanıtların bağlı olduğu esas nedenler olmak üzere dört farklı açıdan değerlendirilmiştir. Ayrıca, görme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgili olarak öğrenci düşünceleri kategorilere ayrıştırılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak 7-9 yaş arasındaki öğrencilerin ışık kaynaklarını doğru bildikleri tespit edilmiştir. 9-11 yaş arası öğrencilerin ise yansıma olayı ve ikincil ışık kaynaklarını bildiği belirlenmiştir. 7 yaşındaki öğrencilerin bile ışığı tanımlarken çizgiler kullanabilmeleri dikkate değer görülürken, öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin yaşlarıyla ve konunun içeriğine bağlı olarak değişim gösterdiği vurgulanmıştır.

Singh ve Butler (1990), yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin ışığın kırılmasıyla ilgili kavramsal algılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, kırılma olayı ve kırıcılık indisiiyle ilgili kısa cevaplı sorular içeren altı farklı bölümden oluşan bir anket veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Anket; Yeni Zelanda'da bulunan iki okuldaki 15-17 yaş öğrencilerine, Singapur'daki üniversite öğrencisi bir gruba ve Yeni Zelanda'da fizik okuyan yabancı uyruklu öğrencilerden oluşan bir gruba uygulanmıştır. Bu öğrencilerin %82'si kırılma olayını iki ortam arasındaki yüzeye gelen ışına bağlı olarak açıklamıştır. Bazı öğrencilerin "ışık hızı ile kırılmayı ilişkilendirdiği" ve "normal doğrultusunda gelen ışının kırılmayacağı" yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin %35'i kırılma indisini, ışığın ortamdaki hızının boşluktaki hızına oranı olarak açıklamıştır. Öğrencilerin %14'ü ise kırılma indisini snell bağıntısına göre açıklamıştır. Öğrencilerin, mümkün olabilen tüm doğrultularda üzerine ışın gönderilmiş bir aynadaki ışınların hareketini tamamlamaları istenmiş ancak %88'inin bu ışınları çizemedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerden pürüzlü yüzeylere gönderilen farklı doğrultudaki ışınların hareketini çizmeleri istenmesine rağmen öğrencilerin %78'inin normal ve ışınların hareketini çizemedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerden üçgen prizma ve dairesel prizma ışın kırılmasıyla ilgili çizimleri tamamları istenmiş ancak öğrencilerin büyük çoğunluğunun üçgen prizmadaki çizimi tamamlayabilmelerine rağmen dairesel prizma gerçekleşen kırılma olayını açıklayamadıkları tespit edilmiştir. Farklı kırıcılık indislerine sahip ortamlarda sınır açısına bağlı olarak belirli açılarla ışınlar gönderilmiş ancak öğrencilerin büyük çoğunluğunun çizim ve açıklamaları yeterli görülmemiştir. Paralel yüzlü prizmayla ilgili soruda da öğrencilerin yalnızca %37'sinin doğru çizim ve açıklama yaptığı tespit edilmiştir. İnce kenarlı merceğe farklı açılarla gönderilen ışınlarla ilişkin öğrencilerin sadece %4'ünün doğru çizim ve açıklama belirlenmiştir. Son olarak öğrencilerin merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin kavramsal algıları belirlenmeye çalışılmış ancak öğrencilerin ince kenarlı merceklerde görüntü oluşumunu daha doğru çizdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada üniversite öğrencileriyle lise öğrencilerinin benzer kavram yanılgılarına sahip oldukları da tespit edilmiştir.

Galili ve Lavrik (1998), yapmış oldukları çalışmada, lise öğrencilerinin optik dersinden sonra ışık akısı kavramıyla ilgili doğal olgulara dayalı bilgi düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini, İsrail'de beş lisede öğrenim gören 72 onuncu sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrencilere ışık akısı ve aydınlanma konularından iki sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Birinci soruda öğrencilerden mevsimleri

açıklamaları istenmiştir. İkinci soruda öğrencilere masada kitap okur vaziyette oturan birinin odaki lambaların konumu uyarınca hangi koşulda daha rahat kitap okuyacağı sorulmuştur. Araştırmacılar öğrencilerin cevaplarını, alt düzey alternatif kavramları içeren ve üst düzey alternatif kavram şemaları içeren iki hiyerarşik bilgi seviyesine göre sıralayıp gruplandırmışlardır. Mevsim oluşumuna dayalı soruya verdikleri cevap uyarınca öğrencilerin %52'si birinci üst düzey şemada gruplandırılmıştır. Bu öğrenciler güneş ile dünya arasındaki mesafenin periyodik değişimine göre açıklamalarda bulunmuşlardır. Aydınlanma sorusuna verdikleri cevaplar uyarınca ikinci üst düzey şemada gruplandırılan öğrencilerin %53'ü tavanda bulunan lambanın daha iyi aydınlatacağı yönünde açıklamalarda bulunmuşlardır. Araştırmacılar, verilerin analizi sonucunda, elde ettikleri şemalara dayalı olarak fen müfredat ve öğretiminde öğretici, bilişsel ve ontolojik bakış açılarına ilişkin yorumlarda bulunmuşlardır. Ayrıca, öğrencilerin başarısız olmalarını öğretim yönteminden ve materyallerinin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmanın sonunda, optik öğretiminde konuya dair kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik olarak ışık akısı kavramının kullanılmasını önermişlerdir.

Colin ve Viennot (2001), üniversite seviyesindeki öğrencilerin geometrik optik ve dalga optiğiyle ilgili öğrenme zorluğu çektikleri bazı durumları araştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini, Paris 7 Üniversitesinde fizik bölümünde öğrenim gören 3. Sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada; ışıklı cisim, mercekle ve ekrandan oluşan bir portatif düzenek kurularak ekranın konumunun değiştirilmesine ilişkin dalga optiğiyle ilgili 2 problem durumuna yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin daha önce klasik laboratuvar çalışmalarındaki gözlemlerini içeren 1 problem durumuna verdikleri cevaplar araştırmacılar tarafından analiz edilerek öğrenme zorlukları belirlenmiştir. Araştırmacılar belirledikleri öğrenme güçlüklerinin giderilmesine yönelik olarak deneyler tasarlayıp uygulanmasının gerektiğini vurgulamışlardır. Buna ek olarak, öğretime yönelik “geriye doğru seçim” stratejisinin kullanılmasını önermişlerdir. Ayrıca önerdikleri yenilikçi öğretim stratejisinde nelere dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Colin, Chauvet ve Viennot (2002), yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin optik ve renkler konuları ile ilgili şekilleri anlamlandırmaları sırasında zorlandıkları noktaları belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar, öğrencilerin şekilleri anlamlandırmada zorlandıkları noktalarla ilgili öğretmenlerin farkında oluş durumlarını sorgulamışlardır. Öğretmenlerin bu tarz öğrenme zorluklarından nasıl kaçınılması gerektiği yönünde bazı önerilerde bulunmuşlardır. Çalışmada lise öğrencilerinin ışığın yansıması, ince kenarlı

mercekte görüntü oluşumu, young deneyi ve Römer'in ışık hızının sınırlı oluşunu keşfini tespit ettiği deneyle ilgili anlama düzeyleri sorgulanmıştır. Ayrıca, Jüpiter ile uydusunun belirli konumlarda dünyada görünümüne ilişkin öğrencilerin anlamlandırma biçimleri belirlenmeye çalışılmıştır. En son kısımda ise renkler konusunda öğrencilere şekiller gösterilerek öğrencilerin şekilleri anlamlandırmada zorlandıkları noktaları tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonunda, öğretmen eğitiminde öğrencilerin konuyla ilgili anlamlandırma zorluklarının giderilmesine yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

Heywood (2005), öğretmen adaylarının görme olayı ve düzlem aynada görüntü oluşumu konuları hakkındaki kavramsal algılarını ve konuyu sunuş biçimlerini araştırmıştır. Araştırmada, stajyer ilköğretim öğretmenlerinin basit optik konularını, uygulamaya dayalı üniversite öğretim oturumları sırasında nasıl ifade ettiklerinin belirlenmesini amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini daha önce fizik dersini almamış olan 55 stajyer ilköğretim öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada, stajyer öğretmen adayları küçük gruplar halinde görme olayı ve düzlem aynada görüntü oluşumu konularıyla alakalı gözlemler yaparak keşiflerde bulunup kendi aralarında tartışmışlardır. Araştırmada veri toplama aracı olarak üç diyagram kullanılmıştır. Bu diyagramlardan ilki görme olayının nasıl gerçekleştiği ile ilgilidir. İlk diyagramda ışığın geliş ve yansıyış şekillerine göre kişinin ağacı görmesi durumu sorgulanmıştır. İkinci diyagram ile düzlem aynada görüntünün nasıl oluştuğu sorgulanmıştır. Son diyagram ise gözlemcinin yerine bağlı olarak düzlem aynada yarısı yeşil diğer yarısı beyaz renkte olan cismin görüntüsünün tahminine yöneliktir. Stajyer öğretmenlerin yazılı ve diyagramlı yanıtları harmanlanarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, stajyer öğretmenlerin ışık hakkındaki temel düşüncelerini tutarlı bir şekilde ifade etmekte zorlandıkları ve konuyla ilgili yanlış ifadelere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Chu, Treagust ve Chandrasegaran (2009), yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin ışığın yayılımı ve aydınlanma olayıyla ilgili kavramsal algılarını açığa çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışma sırasında, öğrencilerin konuyla ilgili yaygın alternatif algıları, içeriğe ilişkin alternatif algıları ve öğrencilerin kavramsal algılayışlarını etkileyen faktörler araştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini, 1786 ortaokul ve lise öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada, önceki çalışmalardan alınan 8 adet iki aşamalı çoktan seçmeli sorudan oluşan cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,65 olarak hesaplanan ışığın yayılımını tanımlama testi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ayrıca, önceki çalışmalarda kullanılan cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0,84 olarak hesaplanan likert tipi fen tutum ölçeği

kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin yaklaşık %25'inin konuya ilişkin alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin fen tutumlarının başarı düzeyleriyle ve başarı düzeylerinin okullarının konumu ile ilgili olduğu ve öğrencilerin sınıf seviyelerinin kavramsal algılarını önemli ölçüde etkilemediği belirtilmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin ışığın hareketini, ışık kaynağının konumuna dayalı olarak görme olayını, ışığın nesneye temasından sonra hareket edişini, nesnenin yerine dair görme olayını optik anlamda açıklayamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, görmenin gerçekleşmesi için ışığın göze hareketiyle ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları da belirlenmiştir. Çalışmanın en sonunda ise daha etkili öğretimin sağlanması için konunun günlük hayatla ilişkilendirilip öğretilmesi önerilmiştir.

Buraya kadar öğrencilerin ışık ve bazı optik konularına ilişkin kavramsal algılarının belirlenmesine yönelik çalışmalar ve optik öğretimi sırasında karşılaşılan zorlukların belirlenmesine yönelik çalışmalar özetlenmiştir. Buradan sonraki kısımda ise öğrencilerin optik konularıyla ilgili kavram yanılgılarının spesifik olarak belirlenmesine ve kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik yabancı literatürde yer alan bazı çalışmalar sunulmaktadır.

Palacios, Cazorla ve Cervantes (1989), yapmış oldukları çalışmada bazı optik konularına ilişkin öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramları ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Ayrıca, bu yanlış kavramların bilişsel, akademik ve sosyal değişkenlerle ilişkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın örneklemini, 44 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen geometrik optik konularını içeren beş bölümden oluşan bir test kullanılmıştır. Testte; ışık, ışık ışını, yansıma, kırılma, ayna, mercekle, prizma, dağınım ve görüntü kavramlarına ilişkin sorular yer almaktadır. Öğrencilerin dağınım ve görüntü kavramlarına ilişkin sorulara farklı ve karmaşık cevaplar verdikleri gözlenmiştir. Çoktan seçmeli sorulara verilen yanıtlar öğrencilerin %16'sının görelilik teorisinden haberdar olmadığını ve ışık hızının ışığın kaynaktan çıkarken ki hızından bağımsız olduğunun farkında olmadığını göstermektedir. Öğrencilerin %21'i yansıma ve kırılma olaylarının birbirinden bağımsız iki olay olduğunu ve birbirine engel olaylar olduklarını düşünmektedir. Öğrencilerin %42'si düzlem aynaların çok iyi yansıtıcılar olduğunu, %24'ü sadece cam ya da metal yüzeylerde yansımanın olduğunu, %32'si düzlem aynada gerçek görüntünün oluştuğunu düşünmüşlerdir. Öğrencilerin %11'i ışığın sahip olduğu enerjinin merceğin içinden geçince arttığını ifade etmişlerdir. % 42'si prizmaların üçgen olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin %39'u ışığın dağıtım ve kırılmasının prizmaya ulaşmasına bağlı olduğunu ve %11'i bu olayın ışığın renklere ayrılmasını sağladığını vurgulamışlardır. Öğrencilerin %16'sının ise görme sırasında ışınların gözlerden gönderildiğine inandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin teste verdikleri cevapların öğrencilerin geçmiş akademik deneyimleriyle ilişkili olduğu ifade edilmiştir.

Saxena (1991), yapmış olduğu çalışmada, lise öğrencilerinin ışıkla ilgili kavram yanlışlarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırmacı ilk olarak lise fizik müfredatında optik öğretimiyle ilgili temel kavramları belirlemiştir. Daha sonra gölge oluşumu, görme olayı, ışığın kırılması, kırınım olayı, nesnelerin renkli görülmesi ve ışığın renklenmesi konularında üç aşamalı 8 adet soru hazırlamıştır. Araştırmanın örneklemini 10. sınıfta, 11. sınıfta ve 12. sınıfta öğrenim gören 181 Hintli öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma sırasında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının daha iyi irdelenmesi amacıyla örneklemin %5'i ile mülakatlar yapılmıştır. Yansıma kanunlarıyla ilgili olarak; öğrencilerin ışığın davranışı ve görme olayı arasındaki ilişkiyi kuramadıkları, yansıma kanunlarını tam olarak bilseler de ışığın normalle eşit açı yapacak şekilde yansıması gerektiğini gösteremedikleri belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin, boş bir odada ışığın yayılamayacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Gölge oluşumuyla ilgili soruya öğrencilerin büyük bir kısmı yanlış cevap vermiştir. Işığın yayılmasıyla ilgili soruda öğrencilerin %75'i doğru seçeneği işaretlemelerine rağmen yanlış açıklamalarda bulunmuşlardır. Işığın renkli filtreden geçişiyle ilgili olarak sorulan soruya öğrencilerin yalnızca %10'u doğru cevap vermiştir. Cisimlerin renkli görünmesiyle ilgili olarak sorulan soruya ise öğrencilerin %40'ının doğru cevap verdikleri tespit edilmiştir. Son olarak, merceklede görüntü oluşumuyla ilgili olarak öğrencilerin büyük kısmının soruya yanlış cevap verdikleri ve öğrencilerin şekil ve çizim içeren soruları yanıtlamakta daha fazla zorlandıkları ortaya çıkmıştır.

Chen, Lin ve Lin (2002), düzlem aynalarda görüntü oluşumu konusunda lise öğrencilerinin anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının tespit edilmesine yönelik geniş çaplı anket uygulamak için iki aşamalı bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. İki aşamalı ölçme aracı geliştirilirken araştırmacılar öncelikle bilimsel kavramları anlamak için gerekli olan bilgiyi gösteren önerme ifadeleri ve kavram haritalarıyla konunun hedeflerinin kapsamını belirlemişlerdir. Sonra, 9 açık-uçlu sorudan oluşan bir kalem-kâğıt testi geliştirilerek lise öğrencilerine yöneltilmiş ve öğrencilerin kavramsal anlamalarını tespit etmek için öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler ve

açık uçlu sorulara verdikleri cevaplara bakılarak öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiştir. Son aşamada ise öğrencilerin düzlem aynada görüntü özellikleri konusundaki kavram yanılgılarını ve anlama düzeylerini tespit etme amacıyla uygulanabilir 8 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli bir test geliştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda testin güvenilirlik katsayısı 0,74 olarak tespit edilmiştir. Hazırlanan iki aşamalı ölçek 317 lise öğrencisine uygulanarak elde edilen veriler, açık uçlu soruların kullanıldığı çalışmalarla karşılaştırılarak testin geçerliliği belirlenmiştir.

Blizak, Chafiqi ve Kendil (2009), yapmış oldukları çalışmada, Cezayir’de üniversite birinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin geometrik optikle ilgili kavram yanılgılarını belirlemiştir. Belirledikleri bu kavram yanılgılarını daha önce yapılan benzer çalışmalarda tespit edilen yanılgılarla karşılaştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini, lisede optik dersini almış olan 246 üniversite birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak, 10 sorusu önceki çalışmalardan uyarlanan toplam 12 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Testte yer alan sorular; görme, ışığın yayılması, gölge, görüntü, yansıma ve kırılma konularını kapsamaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen kavram yanılgılarının ağırlıklı olarak optik öğretimiyle ilgili daha önce yapılan çalışmalarla örtüştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, önceki çalışmalarda tespit edilen kavram yanılgılarına ek olarak “havasız ortamda ışığın yatay olarak hareket etmesi” ve “görüntü oluşumundan merceğin merkezinin sorumlu olduğu” kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Işığın doğasının öğretimi optik konularının daha iyi anlaşılması açısından önemli görülmektedir. Raftopoulos, Kalyfommatou ve Constantinou (2005), yapmış oldukları çalışmada, ışığın doğasının öğretimi sırasında nasıl bir yol izlenmesi gerektiğini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, ışığın doğasıyla ilgili olarak bilimsel teori ve bilimsel araştırma programlarını referans göstererek ışığın doğasının karmaşık olan olgusal yönlerini tartışmışlardır. Ayrıca ışığın dalga modeli ve tanecik modelleri üzerinde konuyla ilgili olan önceki çalışmaları temel alarak hangisinin daha işlevsel olduğunu ardışık bir biçimde tartışmışlardır. Daha sonra araştırmacılar, ışığın doğasının öğretiminde hangi modelin kullanılması gerektiği üzerinde önceki çalışmalara dayalı olarak yorumlarda bulunmuşlardır. Tespit ettikleri modellerin öğretimde kullanılması konusunu sorgulamışlardır. Işığın doğasının öğretilmesi sırasında geometrik modelin optik müfredatında kullanılmasını öğrencilerin ışığı anlamlandırmalarına bağlı olarak yorumlamışlardır. Araştırmacılar, ışığın doğasının öğretiminde, ışığın parçacık modeli ve dalga modellerinin hangi durumlarda kullanım üstünlüklerinin bulunduğunu

sorgulamışlardır. Bu iki modelin birleşmesiyle oluşan geometrik modelin öğretim sırasındaki üstünlük durumlarını öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun olarak tartışmışlardır. Son olarak araştırmacılar, ışığın doğasının öğretimi gerçekleşmeden önce küçük yaştaki öğrencilere ışığın özelliklerinin öğretilmesinin daha sonra ise ışığın doğasının öğretilmesinin daha etkili olacağını önermişlerdir.

Optik öğretimi sırasında farklı yöntem ve teknikler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar yerli literatürde olduğu gibi yabancı literatürde de yer almaktadır. Galili ve Hazan (2000), yapmış oldukları çalışmada, geleneksel öğretim uygulamalarının lise öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının bazı optik konularındaki başarılarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini İsrail’de öğrenim gören toplam 166 lise öğrencisi ve öğretmen adayları oluşturmaktadır. Ön öğretim ve son öğretim olmak üzere araştırma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Ön aşamada çeşitli liselerde fizik dersini alan 64 öğrencilik heterojen bir grupta öğretim süreci sürdürülmüştür. Sonraki aşamada ise lise öğrencileri ve öğretmen adaylarının katılımıyla toplam 102 öğrenciyle öğretim süreci tamamlanmıştır. Öğretim süreçleri 40 ders saati sürmüştür. Araştırmada, veri toplama aracı olarak 13 sorudan oluşan başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi; ışığın hareketi, ışığın genel özellikleri, gölge oluşumu, görüntü oluşumu, kırılma sonucu renk oluşumu konularını kapsayıcı şekilde düzenlenmiştir. Ön test ve son testten elde edilen veriler, araştırmacılar tarafından oluşturulan yaygın optik olgularına dayalı kuramsal olan yedi özellik çerçevesinde gruplandırılmıştır. Öğrenciler kavramsal ve işlemsel olan düşünce ve inançlarını yansıtan dört algılandırma şeması uyarınca oluşturulan hiyerarşik yapıya, uygun bir şekilde dağıtılmıştır. Çalışmada elde edilen verilere dayalı olarak belirlenen kavram yanılgıları diğer çalışmalarda elde edilen kavram yanılgılarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda optik öğretiminin geliştirilmesi için müfredatta bazı değişikliklerin yapılması önerilmiştir.

Hızla değişen dünya koşulları ülkelerin eğitim felsefelerini etkilemektedir. Geleneksel öğretim yaklaşımının yetersiz kalışı sebebiyle yapılandırmacı öğrenme kuramına olan rağbet gittikçe artmaktadır. Bu durum yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı bilimsel çalışmaların yapılmasına yol açmaktadır.

Hubber (2005), geometrik optik konusunda yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak gerçekleştirilen sınıf içi öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Sınıf temelli durum çalışması teşkil eden araştırmanın örneklemini 23 öğrencinin olduğu bir 10. sınıfta öğrenim gören 6 kişilik grup

oluşturmaktadır. Öğretim süreci haftada üç ders olmak üzere 9 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir.. Çalışmanın iç geçerliliğini sağlamak amacıyla üçgenleme yönteminin etkinleştirildiği çeşitli nitel ve nicel verileri içeren çoklu veri toplama metodu kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçlarını; test, kavram haritaları, sınıf içi gözlemler, öğrenci çalışma kitapları ve yarı yapılandırılmış görüşmeler oluşturmaktadır. Geometrik optikle ilgili olarak belirlenmiş yedi anahtar kavram uyarınca öğrencilerin anlama düzeyleri belirlenmiştir. Görme olayı, ışığın doğrusal hareketi, parlak cisimlerden ışığın yayılması, ışığın parlak ve parlak olmayan yüzeylerden yansması, ışığın farklı yoğunluklardaki ortamlara geçişteki hareketleri, cisimlerin yansıtıkları ışığın renginde görünmesi, sanal ve gerçek görüntünün oluşması çalışmanın anahtar kavramlarını oluşturmaktadır. Bu kavramlara ilişkin 10. sınıf öğrencilerinin birçok yanılgıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretim sonrasında öğrencilerin yaptıkları açıklamaların bilimsel olarak doğruya daha yakın açıklamalar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle sanal ve gerçek görüntünün oluşumu ve ışığın kırılmasıyla ilgili öğrenci düşüncelerindeki değişimin daha az olduğu tespit edilmiştir.

Buty ve Mortimer (2008), yapmış oldukları çalışmada, öğretmen yönetiminde sınıf içi tartışma yaklaşımına dayalı optik öğretiminin etkililiğini araştırmışlardır. Çalışma 11. sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde, deneysel oturumlar gerçekleştirilerek kamera kayıtları alınmıştır. Deneysel oturumlarda; ışın, ışın demeti, ışığın doğrusal yayılımı, ışık akısı, mercekte görüntü gibi konular öğretmen yönetiminde iki öğrencinin katılımıyla karşılıklı konuşmalar şeklinde gerçekleştirilmiştir. Video kayıtları bütün olarak yazılı metne dönüştürülerek dört oturum analiz edilmiştir. Sonuç olarak, tartışma sırasında öğretmenlerin sınıf içi tartışmaları yönetme ve modelleme süreçleri, bu süreçlerdeki zorluklar belirlenmiştir. Ayrıca, bu zorlukların öğrencilerin konuları anlamaları üzerindeki sonuçları da araştırmacılar tarafından sorgulanmıştır.

Günümüzde büyük bir ivmeyle gelişen teknoloji, bu gelişim hızına bağlı olarak eğitim ortamlarında gittikçe yayılmaktadır. Dolayısıyla, öğretim sürecinin her aşamasında bilgisayar kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Yabancı literatürde teknoloji destekli veya bilgisayar ortamında optik konularının öğretilmesine yönelik birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmaktadır.

Tao (2004) merceklerde görüntü oluşumu konusunda bilgisayar destekli öğretim aracılığıyla gerçekleştirilen işbirlikçi öğretimin öğrencilerin anlama düzeylerine etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini, Hong Kong 'da fizik dersi alan 36 onuncu sınıf

öğrencisi oluşturmaktadır. Bilgisayar destekli öğretim sürecinde; yakınsak mercekte kırılma, yakınsak merceklerde görüntü oluşumu, yakınsak merceklerde görüntünün görünümü ve yakınsak merceklerde odak uzaklığının tespiti konularının öğretimi simülasyonlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öğretim sürecinde yakınsak ve ıraksak merceklerde görüntü oluşumuna ilişkin ve yakınsak merceklerde görüntünün konumlandırılmasına dair video klipler de kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçlarını, dört soruluk test, öğrencilerin ikili etkileşimlerini içeren ses kayıtları ve öğrencilerle yapılan ikili mülakatlar oluşturmaktadır. 40 dakikalık 3 ders saati süren öğretim süreci, öğretmenin kısa bir gösteri yaptıktan sonra ön testi uygulamasıyla başlamıştır. Sonra öğrencilerin ön testteki soruların cevaplarını öğrenebilecekleri bilgisayar destekli öğretim materyalleri kullanılmıştır. Üçüncü aşamada öğrencilere dağıtılan çalışma kâğıdından sonra öğrencilerin hazırlanan simülasyonlarla ve video kliplerle ikili gruplar halinde çalışmaları sağlanmıştır. Son aşamada ise son test uygulanmıştır. Öğrencilerin ön test sonuçlarına göre holistik kavramsallaştırma düzeyinde oldukları tespit edilmiştir. Öğretim sürecinden sonra uygulanan son test sonuçları ve diğer veri toplama araçlarından elde edilen veriler bilgisayar destekli öğretim aracılığıyla gerçekleştirilen işbirlikçi öğrenme yönteminin öğrenci seviyelerine olumlu katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin edindikleri bilgilerin kalıcılığı 3 ay sonra uygulanan bireysel görüşmelerle sorgulanmıştır. Sonuç olarak, bilgisayar destekli öğretim aracılığıyla gerçekleştirilen işbirlikçi öğretimin öğrencilerin anlama düzeylerini arttırdığı ve anlama kalıcılığını sağladığı tespit edilmiştir.

Tao (2004)'e benzer bir çalışma da Mzoughi vd. (2007) tarafından yapılmıştır. Mzoughi vd. (2007) çalışmalarında optik ve dalga konusunun öğretimine yönelik üst düzey üç boyutlu simülasyonlar geliştirmişlerdir. Öğrencilerin uygulamadan sonraki öğretim yöntemine ilişkin düşüncelerini araştırmışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında; yansıma, kırılma, polarizasyon, girişim, kırınım, lazerler ve saçılma konularının öğretilmesine yönelik VRML, Java, VRML's Java EAI ve JavaScript programlarını kullanarak üst düzey simülasyonlar geliştirmişlerdir. Geliştirilen gerçekçi simülasyonlar teori kısmı, örnekler ve alıştırmalar olmak üzere konularla ilgili üç aktiviteyi içermektedir. Tasarlanan üst düzey simülasyonlar Mississippi Devlet Üniversitesinde üç yıl boyunca 8 grupta toplam 386 öğrencinin katıldığı öğretim süreçlerinde kullanılmıştır. Öğretim süreçlerinde simülasyonlar; optik konularının işlenmesinde, öğrencilerin ödevlendirilmesinde ve sınıf projelerinde kullanılmıştır. Öğretim süreçlerinin sonunda öğrencilerin optik öğretimi

sırasında üst düzey simülasyonların kullanılmasıyla ilgili görüşleri alınmıştır. Öğrenciler genel olarak optik konularının anlaşılmasında simülasyon kullanımının çok yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Tekos ve Solomonidou (2009), yapmış oldukları çalışmada, bazı optik kavramlarının öğretimine yönelik bilgi iletişim teknolojileri kullanımını temel alan yapılandırmacı öğretim yaklaşımına uygun yenilikçi bir öğretim süreci tasarlamışlardır. Tasarladıkları öğretim sürecini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, ilk olarak öğrencilerin ışığın yansıması, dağılımı ve görme kavramlarına ilişkin düşüncelerinin tespit edilmesi amacıyla bir anket 140 öğrenciye uygulanmıştır. Anket sonuçlarına dayalı olarak araştırmacılar tarafından konun öğretilmesine yönelik bilgi iletişim teknolojilerine dayalı multimedya yazılımlar tasarlanmıştır. Bilgisayar ortamında hazırlanıp uygulanan multimedya tasarımlar öğrenciler için hazırlanan çalışma kâğıtlarıyla desteklenip öğretim gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ise öğretimin etkililiği değerlendirilmiştir. Öğretim süreci, 2006-2007 eğitim-öğretim yılında Yunan ilköğretim okullarında öğrenim gören 81 öğrenciden oluşan deney grubu ve 59 öğrenciden oluşan kontrol grubuyla gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda bilgi iletişim teknolojileriyle zenginleştirilmiş yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretim gerçekleştirilirken, kontrol grubunda geleneksel yöntemlere dayalı öğretim gerçekleştirilmiştir. Öğretim öncesinde ve sonrasında bütün öğrenciler tarafından doldurulan anketlerden elde edilen verilerin analizi sonucunda bilgi iletişim teknolojilerine dayalı öğretimin gerçekleştiği grubun geleneksel yöntemle öğretimin gerçekleştiği gruba kıyasla daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Eshach (2010), düzlem aynada görüntü oluşumu konusunda üst düzey animasyon destekli diyalojik tartışmalarla gerçekleştirilen öğretim süreciyle öğrencilerin kavramsal akış süreçlerini karakterize etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini, İsrail'in kuzeyinde çeşitli okullarda 10. sınıfta öğrenim gören, öğretmenlerinin tavsiye ettiği, gönüllülük esasına uyan 30 öğrenci oluşturmaktadır. Öğretim süreci, 3 saatlik 15 oturumda gerçekleştirilmiştir. Öğretim sürecinde; gölge ve yarı gölge, görme, ışık ve gözün görme sırasındaki rolü, küçük görüntüler, ayna görüntüleri ve mercek görüntüleri konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğretim süreci sırasında bilgisayar destekli tartışma diyagramlarından yararlanılmıştır. Ayrıntılı etkileşim zincirleri ve kavramsal akış haritalarının kullanıldığı araştırmada sınıf içi tartışmalar ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınıp yazı diline dönüştürülmüştür. Yeni odak kavramlar tespit edilerek odak kavramlar birbirleriyle ve kavram kuleleriyle açıklanmıştır. Çalışmada, iki farklı bir ilave model

sunulmuştur. Bu modelin ilk faktörünü öğretmenlerin sınıf içi tartışmaya dayalı sosyal yapılandırmacı öğretimi etkili olarak düzenleme ve yürütmeleri amacıyla öğretmen müdahalesi oluşturmaktadır. İkinci faktörü ise öğrencilerin optik aletlerin benzersiz özellikleriyle ilgili eğilimleri ile materyalist düşünceleri olarak ifade edilmiştir.

Mzoughi vd. (2007) ve Eshach (2010)'e benzer bir çalışma da Martinez vd. (2011) tarafından gerçekleştirilmiştir. Martinez vd. (2011), yapmış oldukları çalışmada, optik öğretiminde üst düzey bilgisayar simülasyonları, klasik bilgisayar simülasyonları ve geleneksel optik laboratuvar uygulamalarıyla öğretimin öğrenci başarıları üzerindeki etkiliğini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, görüntü oluşumuna ve optik öğretime dair POV-Ray programıyla gerçeğe yakın üst düzey bilgisayar simülasyonları ve EJS programıyla klasik bilgisayar simülasyonları tasarlanarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örneklemini, üç grupta toplam 123 üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. 41'er öğrenciden oluşan homojen gruplardan birincisinde üst düzey bilgisayar simülasyonları, ikincisinde klasik bilgisayar simülasyonları, üçüncüsünde ise geleneksel laboratuvar uygulamalarıyla öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın veri toplama araçlarını çoktan seçmeli test ve 5 likertli ölçekler oluşturmaktadır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan 4 maddelik çoktan seçmeli test 20 sorudan oluşmaktadır. Testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,62 olarak hesaplanmıştır. 5 likertli ölçeklerden ilki alanında uzman 10 öğretmenin gerçeğe yakın üst düzey simülasyonla öğretime dair görüşlerinin araştırılması için kullanılırken diğeri ise öğrencilerin simülasyonlarla ve öğretim yöntemiyle ilgili düşüncelerinin araştırılması amacıyla kullanılmıştır. Verilerin analiz sonuçları, gerçekçi simülasyonlarla öğretimin gerçekleştiği grubun başarısının en fazla olduğu yönündedir. Ayrıca, klasik simülasyonlarla öğretimin gerçekleştiği grubun başarısının ise geleneksel laboratuvar ortamında öğretimin gerçekleştirildiği grubun başarısından üstün olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonunda gerçekçi simülasyonlarla desteklenen öğretim yönteminin fizik öğretiminde ve benzer bilimlerin öğretiminde kullanılmasını önerilmiştir.

Optik gibi deneysel derslerde laboratuvar kullanımı kaçınılmazdır. Bu sebeple laboratuvar ortamlarında optik öğretime yönelik çalışmalara da rastlanmaktadır. Olympiou ve Zacharia (2010), yapmış oldukları çalışmada, ışık ve renk konularının laboratuvar ortamında öğretilmesine yönelik fiziksel beceri gerektiren uygulamaların ve sanal becerilere dayalı uygulamaların etkiliğini araştırmışlardır. Deneysel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın örneklemini soruşturmaya dayalı öğretimin gerçekleştirildiği fizik

dersini alan 114 üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada, 42 öğrencinin yer aldığı birinci grupta sadece fiziksel beceri gerektiren laboratuvar uygulamaları uyarınca öğretim yürütülmüştür. 36 öğrencinin yer aldığı ikinci grupta sadece sanal uygulamalara dayalı öğretim, 36 öğrenciden oluşan üçüncü grupta ise fiziksel becerilere ve sanal uygulamalara dayalı öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, daha önceki çalışmalarda kullanılan güvenilirlik ve geçerliliği hesaplanan, 4 çoktan seçmeli ve öğretim sürecinin değerlendirilmesine yönelik olarak 5 açık uçlu sorudan oluşan bir test veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ön-test ve son- test sonuçlarının karşılaştırılması sonucunda en başarılı grup, fiziksel becerilere ve sanal uygulamalara dayalı öğretimin birlikte gerçekleştirildiği üçüncü grup olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, diğer iki grupta başarı düzeylerinin eşit olduğu tespit edilmiştir.

Buraya kadar olan bölümde yabancı literatürde yer alan farklı öğrenme düzeylerindeki öğrencilerin optik konularına ilişkin kavramsal algılarının belirlenmesine, öğrencilerin zorlandıkları noktaların tespitine ve kavram yanılgılarının belirlenip giderilmesine yönelik çalışmalar sunulmuştur. Ayrıca farklı yöntem ve teknikler kullanılarak optik öğretiminin etkililiğinin incelenmesine yönelik yapılan çalışmalara da yer verilmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak, Andersson ve Bach (2005), fen eğitimi araştırmacılarının ve öğretmenlerin katılımıyla geometrik optik öğretimine ilişkin tasarladıkları ve birlikte uyguladıkları öğretim programının öğrenci başarısı üzerindeki işlevselliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, araştırmacılar eğitim bilimlerine katkıda bulunmayı ve tasarlayıp uyguladıkları öğretim programının işlevselliğini tespit etmeyi amaçlamışlardır. İlk olarak, daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılarak eğitim bilimleri araştırmacıları ve öğretmenlerin katılımıyla bir öğretim programı geliştirilmiştir. Daha sonra bir öğretmen ve bir araştırmacının katılımıyla pilot uygulamalara geçilmiştir. Zorunlu eğitimin gerçekleştiği devlet okullarında öğrenim gören 8. ve 9. sınıf öğrencilerinden 240 öğrencinin katılımıyla ve 9 öğretmenin kontrolünde öğretim süreci gerçekleştirilmiştir. Bu esnada, öğretmen kılavuzları uygulamaya konulmuştur. Araştırmada, 7 tanesi açık uçlu 4 tanesi de çoktan seçmeli sorudan oluşan 11 soruluk bir test veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmada, öğretim programının ışığın doğrusal yayılımı, görme olayı ve yansıma konularında başarılı olduğu belirlenmiştir. Ancak kırılma ve görüntü oluşumu konularında yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretim programındaki başarısız noktaların sebepleri öğretime yeterince sürenin ayrılması ve öğretmen rehber materyalindeki bazı eksiklikler olarak ifade edilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen geometrik optik laboratuvar ders materyallerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkileri araştırılmıştır.

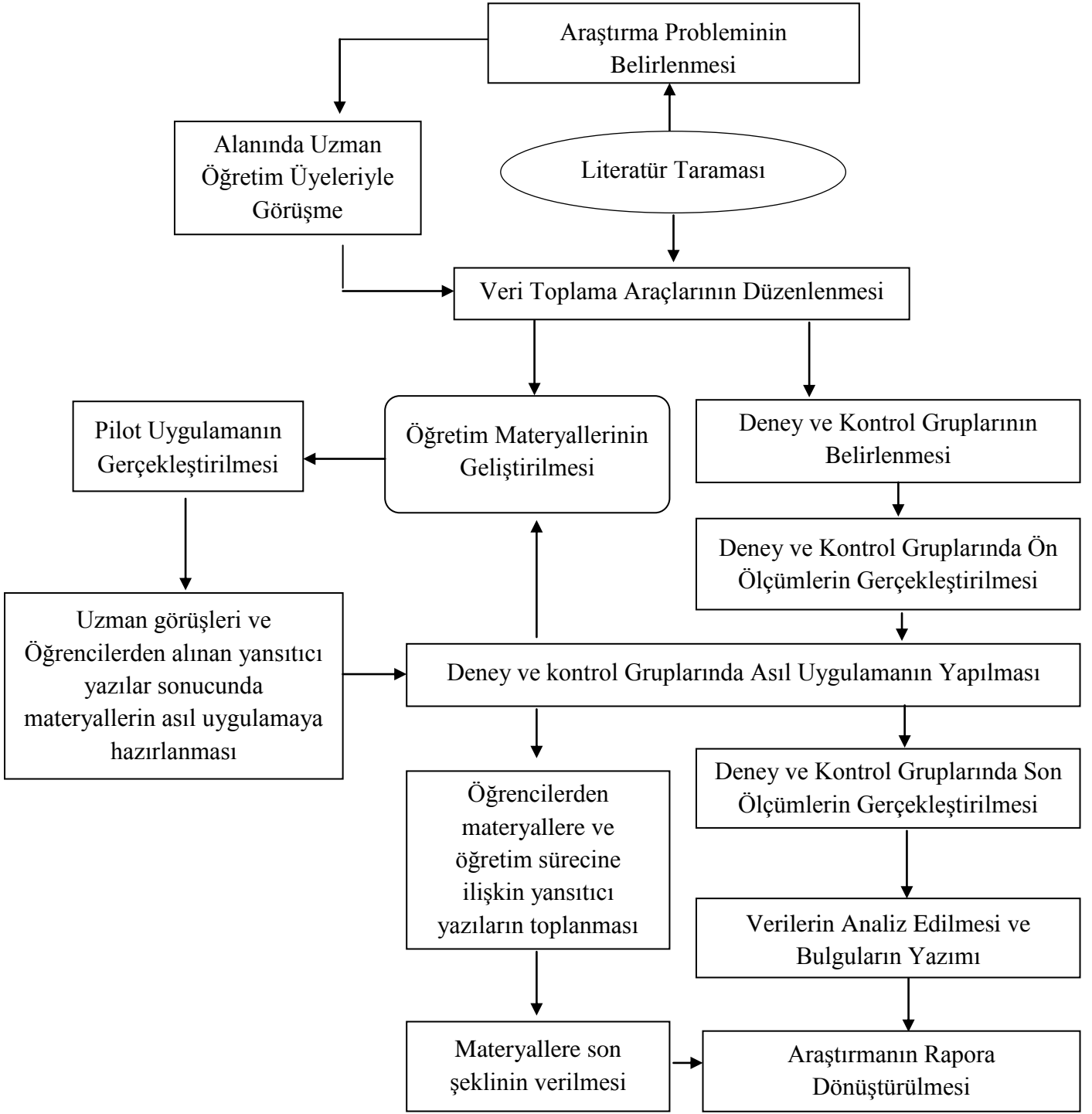
Bu bölümde, araştırmanın yöntemi, örnekleme, veri toplama araçları, materyallerin geliştirilme süreci, geliştirilen materyallerin içeriği ve verilerin nasıl analiz edildiği ile ilgili detaylı bilgi verilmektedir.

2.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen optik laboratuvar ders materyallerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkisinin araştırılması amacıyla deneysel araştırma desenlerinden yarı deneysel (quasi-experimental design) araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Formal eğitimin gerçekleştiği okullarda eğitim ve öğretimin planlı ve programlı bir şekilde yürütülmesi sebebiyle aynı eğitim düzeyindeki öğrencilerin şubelendirilmesi veya gruplandırılması, eğitim kurumuna kayıtlarının yapıldığı ilk dönemin başında ilgili kurumca gerçekleştirilmektedir. Bu durum araştırmacıların tam deneysel yöntemlere alternatif olan yarı deneysel çalışmalara yönelmesine yol açmaktadır (Ekiz, 2003). Çünkü yarı deneysel çalışmalarda oluşturulan gruplar rastgele seçim dışında bir yolla oluşturulmaktadır (Campbell ve Stanley, 1963). Bilimsel değer bakımından deneysel yöntemle yapılan çalışmalardan sonra yarı deneysel yöntemle yapılan çalışmalar gelmektedir (Çepni, 2010). Tam deneysel yöntemlerle karıştırmamak şartıyla yarı deneysel yöntemler araştırmacılara müdahale ve düzenlemelerin etkilerini değerlendirme fırsatı sağlamaktadır (Tharenou, Donohue ve Cooper, 2007). Yarı deneysel yöntemler eşitlenmemiş gruplara sadece son test uygulanması, tek bir gruba ön test ve son test uygulanması ve eşitlenmemiş gruplara ön test ve son test uygulanması şeklinde gerçekleştirilebilmektedir (Cook ve Campbell, 1979). Sonuç olarak, yarı deneysel yöntemin kullanıldığı eşitlenmemiş gruplara ön test son test uygulanması şeklinde gerçekleştirilen çalışmalarda deney ve kontrol grupları rastgele seçimin dışında bir yolla

oluşturulmaktadır (Shadish, Cook ve Champbell, 2002). Bu alışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakóltesi Fen ve Teknoloji Öğretmenliği 2. Sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yürütölmüştür. Çalışmanın pilot uygulama grubu, İkinci Öğretim 2/B şubesinde öğrenim gören öğretmen adaylarından seçilmiştir. Deney grubunu Örgün Öğretim 2/A şubesi ve kontrol grubunu ise Örgün Öğretim 2/B şubesi öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmada örneklem seçimi gerçekleştirilirken öğretim dizisi, öğretim tarihleri ve öğrencilerin gönüllüğü göz önünde bulundurulmuştur. Dolayısıyla, çalışmada deney ve kontrol grupları öğretim öncesinde bilinçli bir şekilde belirlenerek, deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test uygulanan yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Çalışmanın Ortaya Çıkış Sürecinde Takip Edilen Aşamalar

2.2. Deney Deseni

Deney deseni Tablo 2.1. de verilmiştir. Tablo 2.1. de görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarına denel işlemler öncesi ve sonrasında Optik Başarı Testi (OBT) ve Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği (FLTÖ) uygulanmıştır. Veri toplama araçlarına ilişkin ayrıntılı bilgi ilgili bölümde verilmiştir (2.7. Veri Toplama Araçları, s.54-57).

Denel işlemler süresince geometrik optik konularının öğretimine yönelik deney grubunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak tasarlanmış optik laboratuvar ders materyalleriyle öğretim gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar etkinliklerine göre öğretim süreçleri yürütülmüştür.

Tablo 2.1. Deney Deseni

Grup	Ön Ölçüm	Denel İşlemler	Son Ölçüm
Deney Grubu	OBT, FLTÖ	Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak geliştirilen geometrik optik laboratuvar ders materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim süreci	OBT, FLTÖ
Kontrol Grubu	OBT, FLTÖ	Geleneksel laboratuvar etkinlikleri uyarınca gerçekleştirilen öğretim süreci	OBT, FLTÖ

2.3. Araştırmanın Örneklemi

Bu çalışma, 2011-2012 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında Karadeniz Teknik Üniversitesinde Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Anabilim Dalı Fen ve Teknoloji Öğretmeliği Lisans Programında öğrenim gören 2. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma Genel Fizik Laboratuvar III dersini alan toplam 138 öğrenciyle yürütülmüştür. Bu öğrencilerden 25'i materyal geliştirme sürecinde pilot uygulama grubunda yer almıştır. Çalışmanın deney süreci 113 öğrenciyle sürdürülmüştür. Ancak, öğrencilerin derslere katılımları göz önünde bulundurularak 98 öğrencinin verileri dikkate alınmıştır. Çalışmanın örnekleminin pilot uygulama, deney ve kontrol gruplarına göre dağılımları cinsiyet ve yaş aralıkları dizisince Tablo 2.2. de sunulmuştur.

Tablo 2.2. Çalışmanın Örneklemi

Gruplar	Cinsiyet						Yaş Aralıkları
	Bayan		Bay		Toplam		
	N	%	N	%	N	%	
Pilot Uygulama Grubu	16	64	9	36	25	100	19-22
Deney Grubu	27	56	21	44	48	100	19-22
Kontrol Grubu	30	60	20	40	50	100	19-23

2.4. Değişkenler

Gözlemler sırasında farklı değerler alabilen objelere, özelliklere ya da durumlara değişken denilmektedir (Berg, 2001). Deneysel araştırmalar sırasında bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi incelenmektedir (Raune, 2005). Değişkenler neden sonuç ilişkisi içerisinde ise, bağımlı ve bağımsız değişkenler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Büyüköztürk, 2010). Dolayısıyla bu bölümde, sebep sonuç ilişkisi içerisinde birbirinden etkilenme durumuna göre bağımlı ve bağımsız değişkenlerin açıklanması zorunlu görülmüştür. Bağımlı değişken, araştırmada açıklanması istenen durum veya bağımsız değişkene bağlı olarak ortaya çıkan ve araştırmanın sonucu durumunda olan değişkenlerdir. Bağımsız değişken ise bağımlı değişken üzerindeki etkisi araştırılan uyarıcı niteliğindeki ve araştırmada neden durumundaki değişkenlerdir (Singh, 2007). Bu açıklamalar doğrultusunda çalışmadaki bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıda sunulmaktadır.

2.4.1. Bağımsız Değişkenler

Denel işlemler sırasında kullanılan öğretim yöntemleri araştırmanın bağımsız değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, deney grubunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanmış laboratuvar materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim ve kontrol grubunda geleneksel laboratuvar yöntemi araştırmanın bağımsız değişkenleridir.

2.4.2. Bağımlı Değişkenler

Araştırmanın bağımlı değişkenlerini öğretmen adaylarının akademik başarıları ve fizik laboratuvarına olan tutumları oluşturmaktadır.

2.5. Çalışmanın Uygulama Süreci

Pilot, deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen uygulamaların tarih ve uygulama süresine ilişkin ayrıntılı bilgi Tablo 2.3.'te gösterilmektedir.

Tablo 2.3. Pilot, Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Öğretim Süreçleri

Konu	Uygulama Grubu	Tarih	Uygulama Süresi
Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü	Pilot Uygulama Grubu	12.10.2011	60+60 dakika
	Deney Grubu	17.10.2011	60+60 dakika
	Kontrol Grubu	21.10.2011	60+60 dakika
Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Görüntü	Pilot Uygulama Grubu	26.10.2011	60+60+30 dakika
	Deney Grubu	21.11.2011	60+60 dakika
	Kontrol Grubu	25.11.2011	60+60 dakika
Merceklerde Özel Işıklar ve Görüntü	Pilot Uygulama Grubu	02.11.2011	60+60 dakika
	Deney Grubu	28.11.2011	60+60 dakika
	Kontrol Grubu	02.12.2011	60+60 dakika
Işığın Kırılması ve Kırılma Kanunları	Pilot Uygulama Grubu	07.12.2011	60+60 dakika
	Deney Grubu	12.12.2011	60+60 dakika
	Kontrol Grubu	16.12.2012	60+60 dakika
Işık ve Renkler	Pilot Uygulama Grubu	21.12.2011	60+60 dakika
	Deney Grubu	26.12.2012	60+60 dakika
	Kontrol Grubu	30.12.2012	60+60 dakika

Tablo 2.3.'te belirtilen tarihlerde ve bu tarihler dışındaki derslerde öğretim süreçleri araştırmacı tarafından sürdürülmüştür.

Tablo 2.3.'e ek olarak 10.10.2011 tarihinde deney ve kontrol gruplarında ön ölçümler, 02.01.2012 tarihinde ise deney ve kontrol gruplarında son ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ön ölçüm ve son ölçümlerde kullanılan veri toplama araçlarıyla ilgili detaylı bilgi 2.7. *Veri Toplama Araçları* kısmında verilmiştir (s.54-57).

Pilot uygulama, deney ve kontrol gruplarında aynı konulara uygun paralel deneyler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sırasında pilot uygulama, deney grubunda gerçekleştirilen asıl uygulama ve kontrol grubunda gerçekleştirilen asıl uygulama dizisi kontrol grubuna da gereken önemin verilmesi sebebiyle araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Pilot uygulama ve deney gruplarında dersler yapılandırmacı öğretim yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan öğretim materyalleriyle gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama gruplarında öğretim materyallerinin tasarlanması ve süreçte karşılaşılabilecek problemlerin belirlenip giderilmesi amaçlanmıştır. Deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalarda ise hazırlanan materyaller uyarınca asıl uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama süreci ve deney grubunda gerçekleştirilen uygulama süreci kısım 2.6.Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi'nde ayrıntılı olarak anlatılmıştır (s.40-54). Ayrıca, deney grubunda gerçekleştirilen öğretim sürecine ilişkin ders planları “*Ek 5: Ders Planları*” nda verilmiştir.

Kontrol grubunda dersler geleneksel laboratuvar uygulamalarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol gruplarında gerçekleştirilen öğretim süresince kayda değer herhangi bir olumsuz durumla karşılaşmamıştır. Geleneksel laboratuvar uygulamalarının gerçekleşme süreci aşağıdaki gibidir.

1. Dersin başında belirlenen deneylerle ilgili öğrencilere gerekli görülen konu anlatımları gerçekleştirildi.
2. Araştırmacı tarafından deneylerle ilgili gösterimler yapıldı.
3. Öğretmen adayları gruplara ayrıştırılarak deneyleri gerçekleştirdiler.
4. Öğretmen adaylarının deney yaparken zorlandıkları noktalarda araştırmacı tarafından gerekli müdahalelerde bulunuldu.
5. Her grup gerçekleştirdikleri deneylere ilişkin deney raporları hazırladı.
6. Her bir gruptan seçilen grup sözcüleri tarafından hazırlanan raporlar sunuldu.

2.6. Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi

Bu çalışmada, Genel Fizik Laboratuvar III dersi öğretim programı dahilinde, ışığın yansıması, düzlem aynada görüntü ve görüş alanı, küresel aynalarda özel ışınlar, küresel aynalarda görüntü, merceklerde özel ışınlar, merceklerde görüntü, ışığın kırılması ve renkler konularında “*Ek 3: Öğretim Materyalleri*”nde sunulan beş adet öğretim materyali tasarlanmıştır. Tasarlanan bu materyaller yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde 5E

modeline uygun olarak geliştirilmiştir. Bu materyaller, öğrencilerin laboratuvar uygulamaları sırasında sahip oldukları ön bilgileri ışığında, işbirliği içerisinde yeni bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanıyacak şekilde hazırlanmıştır.

2.6.1. Öğretim Materyallerinin Geliştirilme Süreci (Pilot Çalışmalar)

1. Öncelikle Genel Fizik Laboratuvar III Dersinin içeriği incelenip materyal geliştirilmesi düşünülen konular belirlenerek, bu konularının öğretimine yönelik kazanımlar düzenlendi (Bknz; Ek 4: Kazanımlar).
2. Konuyla ilgili çeşitli kaynaklar incelenerek materyallerin düzenlenmesine ilişkin bilimsel ve tasarımsal örneklerden fikirler alındı.
3. İlk taslaklar oluşturuldu. Alanında uzman 2 öğretim üyesinin görüşlerine başvurularak taslaklarda çeşitli düzenlemeler yapıldı. Daha sonra pilot uygulama süreçlerine geçildi.
4. Pilot uygulama süreçlerinde materyallerin aksayan yönleri hakkında araştırmacı tarafından notlar alındı.
5. Pilot uygulama sonrasında alanında uzman 2 öğretim üyesinin görüşleri alındı. Ayrıca, öğrencilerden materyallere ilişkin yansıtıcı yazılar toplandı.
6. Pilot uygulama sırasında araştırmacının aldığı notlar, 2 öğretim üyesinin görüşleri ve öğrencilerin materyale ilişkin yansıtıcı yazıları uyarınca öğretim materyalleri yeniden düzenlenerek asıl uygulamalara geçildi.
7. Asıl uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinden öğretim materyaline ve öğretim yöntemine ilişkin yansıtıcı yazılar alınarak materyallere son şekilleri verildi.

2.6.1.1. Öğretim Materyallerinde Yapılan Değişiklikler

Bu kısımda öğretim materyallerinin içeriği, geliştirilme sürecinde materyallerde yapılan değişiklikler, pilot uygulama süreçleri ve deney grubunda gerçekleştirilen asıl uygulamalar ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2.6.1.1.1. Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi

İlk geliştirilen öğretim materyali “Işığın Kırılması ve Düzlem Aynada Görüntü Özellikleri” konularının öğretilmesine yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu materyal ilk geliştirilen öğretim materyali olması sebebiyle, bu materyalin hazırlanma süreci diğer materyallerin geliştirilmesine şablon niteliğini taşımaktadır.

Pilot uygulama öncesinde alanında uzman iki öğretim üyesiyle, geliştirilen taslak üzerinde fikir alış veriş yapıldı. Daha sonra pilot uygulamaya geçildi. Pilot uygulama sırasında dersin giriş kısmında öğrencilerle beyin fırtınası yapılmaya çalışıldı. Ancak öğrencilerin çekimser tutumuyla karşılaşıldı. Daha sonra öğrenciler gruplara ayrıştırılarak etkinlikler gerçekleştirildi. Öğrenciler materyalde yer alan deneyleri başarılı bir şekilde gerçekleştirdiler. Öğrencilerin deneyler sırasında elde ettikleri bilgileri açığa çıkarmak amacıyla öğrencilerden deneylerle ilgili gerekli çizimleri tamamlamaları istendi. Daha sonra öğrencilerin edindikleri bilgiler soru cevap yöntemiyle irdelenerek yanlış öğrenmelere müdahale edildi. Materyalde öğrencilerin yapılandırdıkları bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirmelerine yönelik bir soruya yer verilmişti. Ancak sorunun öğrencilerin ilgisini çekmediği tespit edildi. Ayrıca materyalde öğrencilerin değerlendirilmesi amacıyla ikisi iki aşamalı toplam üç soru yer almaktaydı. Uygulama sırasında, öğrencilerin ikinci soruya cevap vermekte zorlandıkları tespit edildi. Son olarak, öğrencilerden öğretim materyaliyle ilgili yansıtıcı yazılar toplandı.

Pilot uygulama 25 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirildi. Pilot uygulama sırasında öğretim materyaline ilişkin sorunlar araştırmacı tarafından not edildi. Öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılar ve iki öğretim üyesinin yönlendirmeleriyle öğretim materyalinde bazı değişiklikler yapıldı. Yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur.

1. Materyalin giriş kısmında kullanılan beyin fırtınası çıkarılarak yerine bir hikâye kesiti eklendi.
2. Materyalde öğrencilerin yapılandırdıkları bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirmesine yönelik yer alan soru çıkarıldı. Bunun yerine bazı maddelerin saydamlığının sorgulanmasına yönelik bir bağdaştırma sorusu eklendi.
3. Materyalin değerlendirme kısmında yer alan 2. soru çıkarılarak yerine daha anlaşılır bir soru eklendi.

4. Alanında uzman öğretim üyelerinin düşünceleri doğrultusunda materyale yönlendirici resimler eklendi.
5. Pilot uygulama sırasında öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılarda öğrenciler öğretim materyalini beğendiklerini ancak öğretim materyalde imla kurallarına dikkat edilmediğini, materyale dikkat çekici resimler eklenebileceğini materyalde yer alan soruların yeniden düzenlenmesi gerektiğini ve materyallerin görsel anlamda daha profesyonel düzenlenmesi gerektiğini vurguladılar. Bu çerçevede öğretim materyalinde gerekli düzenlemeler araştırmacı tarafından gerçekleştirilerek asıl uygulama sürecine geçildi.

Fizik laboratuvarı dersinde basılı materyallerin geliştirilmesi ve bu materyallerle dersin işlenmesi konuyu daha iyi anlamamıza sebep oldu. Ama kullandığımız materyal ama tırce hatırlanmıştır. Materyalin bir çok yerinde imla ve noktalama kurallarına gereken önem verilmemiştir. Ayrıca materyaldeki resimler çocuksuydu. Bu resimlerin yerine dikkat çekici resimlerin eklenmesinin materyali güçlendireceği kanısındayım. Materyalde yer alan soruların değiştirilmesinin yararlı olacağını düşünüyorum. Özellikle ikinci soruda cisim hatası vardı. Bu nedenle soruyu anlamakta güçlük çektik. Son olarak, dersin giriş kısmında çok zaman kaybettiğimizi düşünüyorum. Bundan dolayı başta glata birat sıklıdım. Materyalin giriş kısmının değiştirilmesinin dersi daha eğlenceli kılacağı kanaatindeyim.

Şekil 2.2. Birinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Yeniden düzenlenen materyal ile asıl uygulama süreci, pilot uygulama sürecine nazaran daha etkili bir şekilde gerçekleştirildi. Asıl uygulama 50 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde yürütüldü. Uygulama sırasında öğretim süreci ve öğretim materyaliyle ilgili herhangi sıkıntı yaşanmadı. Uygulama sonunda öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcı yazılar toplandı. Yansıtıcı yazılarda öğrenciler genel anlamda; öğretim yöntemini beğendiklerini, öğretim sürecinin geleneksel laboratuvar uygulamalarından daha eğlenceli olduğunu, öğrendikleri deneyleri öğretmenlik

hayatlarında gerçekleştirmeyi düşündüklerini, öğretim materyalini beğendiklerini belirttiler.

Eğitim hayatım boyunca ilk defa laboratuvar derslerinde basılı bir materyalle ders işledik. Daha önce kullandığımız deney fiyeleri daha çok deneyleri anlatıyordu. Bu materyal konunun tamamının işlenmesine imkan sağlıyordu. Genellikle laboratuvar dersleri hocamızın deneyleri gösterip, anlatması şeklinde işleniyordu. Bu derste ise kılavuz materyale göre dersi hocamızın rehberliğinde işledik. Sadece zorlandığımız noktalarda hocamızın derse girmesi ve bizi kontrol etmesi grup olarak konuyu keşfetmemizi sağladı. Derste öğrendiklerimi bir daha unutacağımı sanmıyorum. Öğretim materyali iyi hazırlanmıştı. Ancak, materyalin ilk kısmındaki resim kötü duruyordu. Değiştirilmesinin yararlı olacağına düşünüyorum. Bu ders saatinde öğrendiğimiz deneyleri öğretmenlik hayatımda öğrencilerime mutlaka öğreteceğim. Özellikle mum deneyi çok başarılıydı.

Şekil 2.3. Birinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulama sonrasında, öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılardaki öğrenci görüşleri ve araştırmacının tekrar incelemesi sonucunda öğretim materyalinin sadece değerlendirme kısmı yeniden düzenlendi. Ayrıca materyal alanında uzman iki öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda görsel anlamda yeniden tasarlandı.

2.6.1.1.2. Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Küresel Aynalarda Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi

“Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü” konusunun öğretilmesine yönelik olarak geliştirilen birinci öğretim materyali ikinci ve diğer materyallerin geliştirilmesi sırasında şablon olarak kullanılmıştır. Bu öğretim materyali “Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Görüntü” konularının öğretilmesine yönelik olarak tasarlanmıştır.

Pilot uygulama öncesinde alanında uzman iki öğretim üyesiyle dersin işleyişi hakkında görüş alışverişi yapıldı. Taslak materyalde yer alan deneyler öğretim öncesinde gerçekleştirilerek eksik deney malzemeleri temin edildi. Öğretim materyalinin giriş kısmında bir günlük kesiti kullanılarak öğrencilerin dikkati çekilmeye çalışıldı. Küresel aynalarda özel ışınların izledikleri yolun belirlenmesine yönelik deneylere materyalin keşfetme basamağında yer verildi. Ayrıca, küresel aynaların asal eksenleri üzerinde belirli konumlarda bulunan cisimlerin görüntülerinin yerlerinin tespit edilmesine ve görüntü özelliklerinin öğrenilmesine yönelik deneylere yer verildi. Materyalde öğrencilerin rahatça çizim yapmaları için alanlar oluşturuldu. Ayrıca öğrencilerin edindikleri bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirmesine yönelik olarak materyalin giriş kısmındaki bağlamla ilgili bir soru materyale eklendi. Son olarak, öğrencilerin yapılandırdıkları bilgilerin değerlendirilmesi amacıyla açık uçlu sorular kullanıldı.

Pilot uygulama 24 öğrencinin katılımıyla araştırmacı koordinatörlüğünde gerçekleştirildi. Pilot uygulama sürecinde zaman sorunuyla karşılaşıldı. Ders süresi 30 dakika aşılıp pilot uygulama tamamlandı. Pilot uygulama sırasında kullanılan taslak materyalle ilgili olarak uygulama sürecinde araştırmacı tarafından alınan notlar, öğretim üyelerinin görüşleri ve öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılar sonucunda materyalde bazı değişiklikler yapıldı. Öğretim materyalinde yapılan bu değişiklikler aşağıda sunulmuştur.

1. Pilot uygulama sırasında araştırmacı tarafından alınan notlar doğrultusunda materyalin değerlendirme kısmında kullanılan açık uçlu sorular çıkarılarak yerine çizim ve şekil anlamlandırma içeren iki aşamalı sorular eklendi.
2. Öğretim üyelerinin görüşleri doğrultusunda materyale deneylerle ilgili örnek resimler yerleştirildi. Ayrıca tümsek aynada görüntü deneyinin son kısmı kısaltıldı.
3. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılarda genel olarak öğrenciler; dersin çok uzun sürdüğünü bu sebeple zorlandıklarını, materyalde yer alan küresel aynalarla ilgili deneylerde gerçek görüntüyü elde edemediklerini, özellikle tümsek aynada görüntü elde etmekte zorlandıklarını, görsel anlamda materyalin resimlerle donatılması gerektiğini ve materyalin kısaltılması gerektiğini vurguladılar. Öğrencilerin görüşleri doğrultusunda materyalde gerekli düzenlemeler yapıldı. Derinleştirme basamağında kullanılan soru materyalden çıkarıldı. Yerine öğrencilerin küresel aynalarda özel ışınlar konusunu bağdaştırmaları amacıyla

yeni bir etkinlik materyale eklendi. Ayrıca, deneylerle ilgili gerçek resimler materyale eklendi ve materyal kısaltıldı.

Bu haftaki ders materyali çok uzundu. Bundan dolayı süresini baya aştık. Materyaldeki bazı deneylerde zordu. Köşel aynalarda gerçek görüntüyü bulamadık. Timsit aynada görüntü deneyinde özellikle görüntü bulmada çok zorlandık. Diğer yandan materyaldeki resimler yeteriydi. Materyalde deneylerin nasıl gerçekleştirileceğini gösteren birkaç resimlerin eklenmesi deneyleri daha kolay yapmasını sağlıyacaktır. Materyalin yris komutaki görüntü kısıtlı köşel aynaların görüntü kayıtları kullanım alanlarını öğrenmenin açısından yararlıydı. Son olarak materyaldeki soruları çözümleri zorlandı. Bu soruları değiştirirseniz daha avantajlı olacaktır.

Şekil 2.4. İkinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Araştırmacı tarafından alınan notlar, alanında uzman iki öğretim üyesinin görüşleri ve pilot uygulama sonunda öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılar uyarınca öğretim materyali yeniden düzenlendi. Düzenlenen öğretim materyaliyle asıl uygulama gerçekleştirildi. Asıl uygulama 55 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde yürütüldü. Uygulama sırasında öğretim süreci ve öğretim materyaliyle ilgili herhangi sıkıntı yaşanmadı. Uygulama sonunda öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcı yazılar toplandı. Yansıtıcı yazılarda öğrenciler; öğretim yöntemini çok beğendiklerini, derslerin çok eğlenceli geçtiğini, konuyu tam olarak anladıklarını, optik konularını ilk defa bu kadar iyi anladıklarını, materyalin sonunda yer alan değerlendirme sorularını eksiksiz olarak çözebildiklerini ve öğretim materyalinde birkaç tane yazım yanlışı bulduklarını ve bu yazım yanlıklarının düzeltilmesi gerektiğini belirttiler.

Hazırladığımız materyalle gerçekleştirdiğimiz laboratuvar dersi çok eğlenceliydi. Küresel aynalarda özel ışınlar ve görüntü konularını ilk defa tam anladığımı söyleyebilirim. Materyaldeki soruları eksiksiz olarak çözdüm. Tümsek aynada özel ışınlar deneyinde bazı yazım yanlışları tespit ettim. Bu materyaldeki yazım yanlışlarını tekrar kontrol etmenizi öneriyorum. Ayrıca materyaldeki resimler deneyleri yaparken işimizi kolaylaştırdı. Deneyler sırasında sadece tümsek aynada görüntü bulmakta zorlandık. Hocamızın rehberliğinde verileri elde ettik. Sonuç olarak, deneyleri hocamıza en az ihtiyaç duyarak gerçekleştirdiğimiz için bu materyallerin diğer laboratuvar derslerinde de yaygınlaştırılmasını istiyorum.

Şekil 2.5. İkinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulama sonrasında öğretim materyali, öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılardaki öğrenci görüşleri ve araştırmacının tekrar incelemesi sonucunda dil uzmanına okutularak gerekli düzeltmeler yapıldı.

2.6.1.1.3. Merceklerde Özel Işınlar ve Merceklerde Görüntü Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi

Bu öğretim materyali “Merceklerde Özel Işınlar ve Görüntü” konularının öğretilmesine yönelik olarak tasarlanmıştır.

Pilot uygulama öncesinde alanında uzman iki öğretim üyesiyle taslak materyal hakkında görüş alışverişinde bulunularak gerekli düzenlemeler yapıldı. Öğretim materyalinin giriş kısmında sınıf içi diyaloga yer verilerek öğrencilerin dikkati çekilmeye çalışıldı. Merceklerde özel ışınların izledikleri yolun belirlenmesine yönelik ve merceklerde asal eksen üzerinde belirli konumlarda bulunan cisimlerin görüntülerinin yerlerinin tespit edilmesine ve görüntü özelliklerinin öğretilmesine yönelik deneylere yer verildi. Öğrencilerin materyal üzerinde çizim yapmaları için alanlar oluşturuldu. Ayrıca öğrencilerin edindikleri bilgiyi derinleştirmeleri amacıyla materyalde bir etkinliğe yer verildi. Materyalin sonunda, öğrencilerin değerlendirilmesine yönelik olarak 3 adet soru kullanıldı.

Pilot uygulama 23 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde gerçekleştirildi. Pilot uygulama sürecinde öğretim materyaline ilişkin herhangi bir problem yaşanmadı. Pilot uygulama sırasında kullanılan taslak materyalle ilgili olarak uygulama sürecinde araştırmacı tarafından alınan notlar öğretim üyelerinin görüşleri ve öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılar sonucunda materyalde bazı değişiklikler yapıldı. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılarda genel anlamda öğrenciler; dersin çok eğlenceli geçtiğini, materyalde yer alan merceklerde özel ışınlarla ilgili deneylerde odak noktası belirlemede zorlandıklarını, merceklerde görüntü deneylerinde sonsuzdaki, odaktaki ve odak ile merkez arasındaki görüntüyü bulmakta zorlandıklarını, materyalde bu zorlukların giderilmesi amacıyla yönlendirici resimlerin eklenmesi gerektiğini belirttiler.

1. Pilot uygulama sırasında araştırmacı tarafından alınan notlar doğrultusunda materyalin giriş kısmında kullanılan resim değiştirildi.
2. Alanında uzman öğretim üyelerinin görüşleri doğrultusunda materyalde görsel tasarım yeniden düzenlendi.
3. Öğrenci görüşleri uyarınca materyale deneylerin yapılmasına ilişkin yönlendirici resimler eklendi.

Hazırlanan materyal görsel anlamda geçen hafta kullandığımız materyalle benzerlik gösteriyor. Genel anlamda rehber materyal sayesinde derslerin daha yararlı geçtiğini düşünüyorum. Materyalle ilgili bazı eleştirilerim var. Kullanılan resimler iyi olmasına rağmen yetersizdir. Materyale daha fazla yönlendirici resimler eklemenizin yararlı olacağını düşünüyorum. Deneyler içerisinde en fazla merceklerde odak noktasının tespitinde ve merceklerde odak noktası ve sonsuzdaki cismin görüntüsünü bulmakta zorlandık. Yönlendirici resimlerle bu ~~sorunu~~ sorunu çözebileceğiniz konusundayim. Ayrıca kalın kenarlı merceklerde görüntü deneyimde perspektif ve sanat görüntü ayırımını yapmaktan zorlandık. Bu konuyla ilgili yönlendirmeleri materyale eklerseniz daha etkili olacaktır.

Şekil 2.6. Üçüncü Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulama 53 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde yürütüldü. Uygulama sırasında öğretim materyaliyle ilgili herhangi sıkıntı yaşanmadı. Uygulama sonunda öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcılar toplandı. Öğrenciler öğretim yöntemi ve öğretim materyaliyle ilgili olarak; derslerin yararlı ve eğlenceli geçtiğini, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını sevdiklerini, deney malzemelerini tam olarak tanıdıklarını, edindikleri bilgileri birbiriyle ilişkilendirebildiklerini, materyalde kullanılan resimlerin etkili olduğunu ve herhangi bir olumsuzluğa rastlamadıklarını belirttiler.

Grup olarak materyalde yer alan deneyleri sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde tamamladık. Ders te mercleklerin kullanım alanlarını da öğrenmemiz ve laboratuvar derslerini günlük hayatla ilişkilendirmemiz dersin avantajlı yönlerindendi. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla gerçekleştirilen derslerin diğer laboratuvar derslerinden daha eğlenceli ve öğretici olduğunu düşünüyorum. Materyallerde kullanılan resimlerde gayet yerindeydi. Bu resimler sayesinde deneyleri daha rahat yaptık. Deneyler sırasında kullandığımız araç gereçleri tam olarak tanıdım. Bu deneyleri gelecekte öğrencilerine öğretebileceğimi düşünüyorum.

Şekil 2.7. Üçüncü Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulama sonrasında öğretim materyali, öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılardaki öğrenci görüşleri ve araştırmacının tekrar incelemesi sonucunda görsel anlamda yeniden düzenlendi. Ayrıca öğretim materyali dil uzmanına okutularak gerekli düzeltmeler yapıldı.

2.6.1.1.4. Işığın kırılması ve Kırılma Kanunları Konularına İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi

Bu öğretim materyali “Işığın Farklı Ortamlarda Kırılması ve Kırılma Kanunları” konularının öğretilmesine yönelik olarak tasarlanmıştır.

Pilot uygulama öncesinde alanında uzman 2 öğretim üyesinin görüşlerine başvurularak taslak materyalde gerekli düzenlemeler yapıldı. Öğretim materyalinin giriş kısmında öğrencilerin dikkatinin çekilmesi ve yansıma ile kırılma olayları arasındaki farkı anlamaları amacıyla kısa bir analogiye yer verildi. Kırılma kanunları, ışığın farklı ortamlarda kırılması, sınır açısının hesaplanması ile ilgili deneyler tasarlandı. Ayrıca, öğrencilerin deneyler sırasında verilerini kaydetmeleri amacıyla materyal üzerinde çizim ve hesaplama alanları oluşturuldu. Öğretim materyalinde ışığın kırılması sonucu oluşan doğa olaylarını içeren kısa bir anı örneği kullanılarak öğrencilerin hikâye içerisinde yer alan konuyla ilgili doğa olaylarını bulmaları istendi. Materyalde öğrencilerin edindikleri bilgiyi değerlendirmeleri amacıyla konuyla ilgili üç adet soruya yer verildi.

25 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde pilot uygulama süreci yürütüldü. Pilot uygulama süreci öğretim materyaline ilişkin herhangi bir problem yaşanmadan gerçekleştirildi. Ancak öğrenciler, hesap makinesi ve cetvel sıkıntısı yaşadılar. Pilot uygulama sırasında kullanılan taslak materyalle ilgili olarak uygulama sürecinde araştırmacı tarafından alınan notlar öğretim elemanlarının görüşleri ve öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılar sonucunda materyallerinde bazı değişiklikler yapıldı. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılarda genel olarak öğrenciler; öğretim materyalinde yer alan analogiyi beğendiklerini, deneylerin eğlenceli geçtiğini, ayrıca doğal olaylarla ilgili hikâyenin materyale renk kattığını, konuyu çok iyi öğrendiklerini, hesap makinesi ve cetvel sıkıntısı çektiklerini ve öğretim materyalinde daha fazla resim kullanılması gerektiğini belirttiler.

1. Araştırmacı tarafından alınan notlar ve öğretim üyelerinin görüşleri doğrultusunda öğretim materyalinde yer alan sorular görsel anlamda yeniden düzenlendi.
2. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılar doğrultusunda öğretim materyaline yönlendirici resimler eklendi. Ayrıca, pilot uygulama sürecinde yaşanan hesap makinesi ve cetvel sıkıntısına binaen gerekli tedarikler yapıldı.

Materyalde yer alan analogi dikkat geticiydi. Deneyler çok eğlenceliydi. Doğal olayların anlatıldığı akıma parçası laboratuvar dersinde öğrendiğiniz konuyu günlük hayatta ilişkilendirebilmiş açısından yararlıydı. Deneyleri yaparken bazı sıkıntılara karşılaştık. Özellikle hesap makinesi ve cetvel eksikliği dersin akışını olumsuz etkiledi. Materyalde bazı yazım yanlışlarıyla karşılaştım. Analogiyi kontrol etmeniz yararlı olacaktır. Materyalde çizim alanları daha geniş tutulursa faydalı olabilir. Son olarak, materyaldeki soruların görsel açıdan yeniden düzenlenmesinin gerektiğini düşünüyorum.

Şekil 2.8. Dördüncü Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulamaya 53 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde yürütüldü. Uygulama sırasında eksik malzemeler tedarik edildi. Öğretim materyaliyle ilgili herhangi sıkıntı yaşanmadı. Uygulama sonunda öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcılar toplandı. Öğrenciler öğretim yöntemi ve öğretim materyaliyle ilgili olarak; derslerin eğlenceli geçtiğini, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımıyla gerçekleşen laboratuvar derslerini geleneksel laboratuvar uygulamalarından üstün gördüklerini, deney malzemelerinin tam olduğunu, edindikleri bilgiyi doğal olaylarla rahatça ilişkilendirebildiklerini, materyalde kullanılan resimlerin, analoginin ve hikâyenin etkili olduğunu ve herhangi bir olumsuzluğa rastlamadan konuyu tam olarak öğrendiklerini belirttiler. Öğretim materyali, uygulama sonrasında öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılardaki öğrenci görüşleri ve araştırmacının tekrar incelemesi sonucunda görsel anlamda zenginleştirildi. Öğretim materyalleri dil uzmanına okutulmuş gerekli görülen yerlerde düzeltmeler yapıldı.

Işığın kırılması ve kırılma kanunları konusunu bu haftaki laboratuvar dersinde işledik. Materyalin giriş kısmında yer alan analogi örneği kırılma ve yansıma olayları arasındaki farkı daha iyi anlamamız açısından önemliydi. Grup olarak gerçekleştirdiğimiz deneylerde sınır açısını bulmada ve istenilen hesapları yapmakta zorlandık. Ancak, hocamızın rehberliğinde gerekli çizim ve hesaplamaların nasıl yapılacağını öğrendik. Materyaldeki okuma parçası ders sırasında öğrendiğimiz bilgileri günlük hayatta karşılaması muhtemel doğa olaylarıyla ilişkilendirmemiz açısından yararlıydı. Materyaldeki sorularda konuyla tutarlı ve iyi tasarlanmıştı. Ders çok eğlenceliydi.

Şekil 2.9. Dördüncü Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

2.6.1.1.5. Beyaz Işığın Renklerine Ayrışması Konusuna İlişkin Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi

Son öğretim materyali “Beyaz Işığın Renklerine Ayrışması, Birincil ve İkincil Renklerin Belirlenmesi, Işığın Filtreden Geçışı” konularının öğretimine yönelik olarak tasarlanmıştır.

Pilot uygulama öncesinde alanında uzman iki öğretim üyesiyle taslak materyal hakkında görüş alışverişi yapıldı. Materyalde; beyaz ışığın renklerine ayrışması, birincil ve ikincil renklerin belirlenmesi ve ışığın filtrelerden geçişiyle ilgili deneylere yer verildi. Deneylerin sonunda öğrencilerin edindikleri verileri kaydetmelerine yönelik açık uçlu sorular sorularak açıklama alanları bırakıldı. Materyalde öğrencilerin edindikleri bilgiyi değerlendirmeleri amacıyla konuyla ilgili 3 adet soruya yer verildi.

Pilot uygulamaya 22 öğrenci katıldı. Araştırmacı rehberliğinde uygulama süreci tamamlandı. Pilot uygulama öncesinde ışık filtreleriyle ilgili sıkıntılar yaşandı. Ancak, ilköğretim bölüm başkanlığı tarafından gerekli destek sağlanarak filtreler temin edildi. Uygulama sırasında dersin yürütülmesine ve öğretim materyaline ilişkin herhangi bir sorun yaşanmadı. Pilot uygulama sırasında kullanılan taslak materyalle ilgili olarak uygulama

sürecinde araştırmacı tarafından alınan notlar öğretim üyelerinin görüşleri ve öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılar sonucunda materyalde bazı değişiklikler yapıldı. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılarda genel olarak öğrenciler; öğretim materyalinde yer alan etkinliklerin, öğretimi eğlenceli kıldığını, ilköğretimlerde gök kuşu deneyini gerçekleştireceklerini, ancak ışığın renklerine ayrışması deneyinde kırılma açısını tam olarak hesaplayamadıklarını, materyalin giriş kısmına daha iyi bir resim eklenebileceğini, boya renkleriyle ışık renkleri arasındaki farkı anladıklarını, materyalde yer alan soruları çözmekte zorlandıklarını belirttiler.

1. Araştırmacı tarafından alınan notlar ve öğretim elemanlarının görüşleri doğrultusunda materyalin etkili kullanılması amacıyla oluşturulan gruplarda öğrencilerin zorlandıkları noktalar belirlendi. Deneyler sırasında öğrencilerin zorlandıkları noktalarda gerekli müdahaleler yapılması kararlaştırıldı.
2. Öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılar doğrultusunda öğretim materyalinde yer alan sorular ve materyalin giriş kısmı geliştirildi.

Bu ders saatinde fizik laboratuvarında beyaz ışığın renklere ayrılması materyalinde yer alan deneyleri yaptık. Materyalin giriş kısmındaki resim kötü görünüyordu. Genel olarak materyal konunun işlenmesi açısından çok yararlıydı. Materyaldaki deneyler faydalı ve eğlenceliydi. Beyaz ışığın renklerine ayrılırken gök kuşu oluşturması deneyi çok güzeldi. Ama kırılma ~~açısını~~ tam olarak hesaplayamadık. Boya renkleriyle ışık renklerinin farklı olduğunu ilk defa bu derste öğrendim. Materyal görsel alandaki anlamda biraz daha zenginleştirilirse çok daha iyi olacağını düşünüyorum. Ayrıca materyalde yer alan sorularda zorlu. Soruların basitleştirilmesi gerektiğine inanıyorum.

Şekil 2.10. Beşinci Öğretim Materyaline İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

Asıl uygulama 56 öğrencinin katılımıyla araştırmacı rehberliğinde yürütüldü. Uygulama sırasında eksik malzemeler tedarik edildi ve öğretim materyaliyle ilgili herhangi sıkıntı yaşanmadı. Uygulama sonunda öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcılar toplandı. Öğrenciler öğretim yöntemi ve öğretim

materyaliyle ilgili olarak genel anlamda; materyali başarılı bulduklarını deneylerin çok nitelikli olduğunu ve ilköğretimlerde uygulanabileceğini, bütün laboratuvar uygulamalarının bu şekilde gerçekleştirilmesinin eğitime katkı sağlayacağını, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının kullanışlı olduğunu ancak uzun sürdüğünü, materyalin görsel anlamda zenginleştirilebileceğini belirttiler. Uygulama sonrasında öğrencilerden toplanan yansıtıcı yazılardaki öğrenci görüşleri ve araştırmacının tekrar incelemesi sonucunda görsel anlamda zenginleştirilen öğretim materyali dil uzmanına okutuldu.

ışık ve renkler konusunda deneylerin gerçekleştirildiği laboratuvar uygulaması sonucunda konuyu derinlemesine öğrendiğimi düşünüyorum. Ders sırasında deneyleri grup içerisinde işbirliği yaparak gerçekleştirdik. Deneylerle ilgili olarak herhangi bir sıkıntı yaşamadık. Aras - gereler eksiksizdi. Sadece kırılma açısını hesaplamakta biraz zorlandık. Daha sonra materyaldeki takip ederek gök kusağını tespit ettik. Renklerin indislerini bulup materyalde gerekli yerleri doldurduk. Birincil ve ikincil renklerle ilgili deneyleri de materyaldeki yönergeler ve resimler sayesinde gerçekleştirdik. Zorlandığımız noktalarda hocamızdan destek aldık. Ders genel manada faydalı geçti. Öğrenmemiz gereken konuyu eksiksiz öğrendiğimi düşünüyorum. Diğer laboratuvar derslerinin de bu öğretim yaklaşımıyla işlenmesi gerektiğine inanıyorum. Materyalde her şey tamdı. Herhangi bir eksiklik tespit edemedim.

Şekil 2.11. Beşinci Öğretim Materyaline ve Öğretim Sürecine İlişkin Örnek Yansıtıcı Yazı

2.7. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Optik Başarı Testi (OBT) ve Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği (FLTÖ) kullanılmıştır. Ayrıca materyallerin geliştirilmesi sürecinde pilot uygulama ve deney gruplarından yansıtıcı yazılar toplanmıştır. Araştırma sırasında kullanılan veri toplama araçları hakkında ayrıntılı bilgi aşağıda sunulmaktadır.

2.7.1. Optik Başarı Testi

Öğretmen adaylarının akademik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen Optik Başarı Testi ön ölçüm ve son ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına yöneltilmiştir. OBT'nin hazırlanma sürecinden önce Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında öğrencilerin edinmeleri gereken kazanımlar belirlenmiştir (Bknz; Ek 4: Kazanımlar). Daha sonra bu kazanımlardan deneyler yoluyla elde edilebilecek olanlar seçilerek testin iskeleti kurulmuştur. Bu kazanımlar doğrultusunda araştırmacı tarafından öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla ilgili literatürde yer alan bazı çalışmalar (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Singh ve Butler, 1990; Osborne vd. 1993; Chen, Lin ve Lin, 2002; Kutluay, 2005; Aydın, 2007; Şahin, İpek ve Ayas 2008) ve optik öğretimine yönelik kaynak kitaplar (Bekiroğlu, 2004; Ayvacı vd., 2010; Ayvacı vd., 2011) fikir almak amacıyla soru modelleri açısından incelenmiştir. Alanında uzman 4 öğretim üyesinin görüşlerine başvurularak testin taslak şekline ilişkin gerekli düzeltmeler alınmıştır. Sorular temel düzeyde öğrencilerin geometrik optik bilgisini ölçmeye elverişli olabilecek şekilde yeniden organize edilmiştir. Daha sonra tekrar alanında uzman 4 öğretim üyesinin görüşlerine başvurularak yeniden organize edilen testin geçerliliği sağlanmıştır.

Öğrencilerin anlama seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan veri toplama araçlarından biri yazılı cevap gerektiren testlerdir. Bu tür testler, öğrencilerin fikirlerini rahatlıkla ifade edebilmelerine, cevaplarını açıklamalarına, alternatif görüşlerini belirtmelerine fırsat sağlamaktadır (Ginn ve Watters, 1995). OBT'de yazılı cevap gerektiren sorularla birlikte özgün çizim yapma veya çizim tamamlama soruları da yer almaktadır. Ayrıca, optik öğretimi konusunda literatürde yer alan birçok çalışmada (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Singh ve Butler, 1990; Osborne vd. 1993; Chen, Lin ve Lin, 2002; Şahin, İpek ve Ayas 2008) optik bilgisinin belirlenmesi amacıyla çizim ve açıklama içeren soru tarzlarının kullanıldığı görülmektedir. Bu sebeple çalışmada yer alan sorular ağırlıklı olarak öğrencilerin optik kazanımlarına yönelik şekil anlamlandırma, şekiller üzerinde çizim tamamlama ve özgün çizimler yapma becerilerinin açığa çıkarılmasına yöneliktir.

Tasarlanan test ışığın yansıması, düzlem aynada görüntü özellikleri, küresel aynalarda özel ışınlar, küresel aynalarda görüntü özellikleri, merceklerde özel ışınlar, merceklerde görüntü özellikleri, ışığın kırılması, ışık ve renk konularını içeren 19 sorudan

oluşmaktadır. Optik Başarı Testinde 2 adet açık uçlu soru, öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerinin ayrıntılı olarak açığı çıkarılmasının sağlaması (White ve Gunstone, 1992) amacıyla 9 adet çizim yapma, çizim tamamlama ve açıklama gerektiren soru ve 8 adet şekil anlamlandırma gerektiren soru yer almaktadır.

Tablo 2.4. Optik Başarı Testi'ndeki Soruların Denel Süreçler ve Konulara Dağılımı

Denel Süreçler	Konular	Soru Numaraları	Toplam
1. Denel süreç	• Işığın yansımaları	1-2	4
	• Düzlem aynada görüş alanı	3	
	• Düzlem aynada görüntü	4	
2. Denel süreç	• Küresel aynalarda özel ışınlar	5-6	4
	• Küresel aynalarda görüntü	7-8	
3. Denel süreç	• Merceklerde özel ışınlar	9-10	4
	• Merceklerde görüntü	11-12	
4. Denel süreç	• Işığın kırılması	13-14	4
	• Işığın farklı prizmalardan geçişi	15-16	
5. Denel süreç	• Beyaz ışığın renklerine ayrışması	17	3
	• Birincil ve ikincil renkler	18	
	• Işığın filtrelerden geçişi	19	

2.7.2. Fizik Laboratuvarı Tutum Ölçeği

Çalışmada öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumlarının belirlenmesi amacıyla Nuhoğlu ve Yalçın (2004) tarafından geliştirilen Fizik Laboratuvarı Tutum Ölçeği (FLTÖ) deney ve kontrol gruplarına ön ölçüm ve son ölçüm olarak uygulanmıştır.

Nuhoğlu ve Yalçın (2004), tarafından geliştirilen FLTÖ; 19 olumlu, 17 olumsuz olmak üzere toplam 36 maddeden oluşmaktadır. Ölçek, beş seçenek içeren (tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum, hiç katılmıyorum) likert tipi maddeler içermektedir. FLTÖ'nin Cronbach-alfa güvenilirlik katsayısı araştırmacılar tarafından $\alpha=0,89$ olarak bulunmuştur.

2.7.3. Yansıtıcı Yazılar

Öğretim materyallerinin tasarlanması sürecinde, öğrenci düşüncelerinin materyallerin geliştirilmesine etki etmesi (Ayvacı, 2007) amacıyla yansıtıcı yazılar kullanılmıştır. Her bir pilot uygulama sürecinde öğretim materyalinin geliştirilmesi amacıyla pilot uygulama grubundaki öğrencilerden öğretim materyaline ilişkin yansıtıcı yazılar toplanmıştır. Ayrıca her bir denel işlemler sürecinde deney grubunda yer alan öğrencilerden öğretim yöntemine ve öğretim materyaline ilişkin yansıtıcı yazılar toplanmıştır. Yansıtıcı yazıların kullanımıyla ilgili geniş bilgi “2.6. *Öğretim Materyallerinin Geliştirilmesi*” bölümünde örnekleriyle birlikte ayrıntılı olarak gösterilmiştir (s.40-54).

2.8. Araştırmada Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde araştırma sürecinde ön ölçüm ve son ölçümlerde kullanılan veri toplama araçları (OBT ve FLTÖ) ile ölçüm ve son ölçümde elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

2.8.1. Optik Başarı Testi’nden Elde Edilen Verilerin Analizi

Optik Başarı Testi’nden elde edilen veriler analiz edilmeden önce araştırmacı tarafından yüzeysel olarak öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar gruplandırılmıştır. Yapılan gruplandırma ve soruların tarzına bağlı olarak literatürde yer alan ve benzer soru kalıplarını kullanan çalışmalar (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Singh ve Butler, 1990; Osborne vd. 1993; Chen, Lin ve Lin, 2002; Çalık, 2006; Er Nas, 2008; Töman, 2011; Şahin, İpek ve Ayas 2008) araştırmacı tarafından irdelenmiştir. Çalık (2006) öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kategoriler kullanılmasının verilerin daha düzenli ve organize halde sunulmasını sağlayacağını belirtmiştir. Bu bağlamda, Optik Başarı Testi’nin değerlendirilmesi amacıyla Abraham vd. (1992) tarafından belirlenen anlama düzeyleri kategorileri kullanılmıştır. Tablo 2.5.’te bu kategoriler ve içerikleri gösterilmiştir (s.58). Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bu anlama düzeylerine frekans ve yüzdelik dağılımları ön ölçüm-son ölçüm dizisinde tablolara dönüştürülmüştür. Daha sonra bu anlama düzeyleri puanlandırılmıştır (anlamama; 0 puan, yanlış anlama; 1

puan, belirli bir yanılıyla kısmen anlama; 2 puan, kısmen anlama; 3 puan ve tam anlama; 4 puan). Deney ve kontrol gruplarının ön ölçüm başarı düzeyleri, deney grubunun ön ölçüm - son ölçüm başarı düzeyleri, kontrol grubunun ön ölçüm - son ölçüm başarı düzeyleri ile deney ve kontrol gruplarının son ölçüm başarı düzeyleri bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılarak hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 15.0 bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.5. Optik Başarı Testinde Yer Alan Soruları Analiz Etmede Kullanılan Kategoriler ve İçerikleri

Anlama Düzeyleri	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar
Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	<ul style="list-style-type: none"> Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir kavram yanılısını da içeren cevaplar
Yanılış anlama	<ul style="list-style-type: none"> Bilimsel olarak yanılış olan cevaplar
Anlamama	<ul style="list-style-type: none"> Boş bırakma, “bilmiyorum”, “anlamadım” benzeri ifadeler içeren cevaplar, Soruyu aynen tekrarlama, İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar

2.8.2. Fizik Laboratuar Tutum Ölçeği’nden Elde Edilen Verilerin Analizi

Ölçekte yer alan maddeler öğrenci cevaplarına uygun olarak puanlandırılmıştır (Kesinlikle Katılıyorum; 5 puan, Katılıyorum; 4 puan, Kararsızım; 3 puan, Katılmıyorum; 2 puan ve Kesinlikle Katılmıyorum; 1 puan). Daha sonra deney ve kontrol gruplarının ön ölçüm tutum düzeyleri, deney grubunun ön ölçüm - son ölçüm tutum düzeyleri, kontrol grubunun ön ölçüm - son ölçüm tutum düzeyleri ile deney ve kontrol gruplarının son ölçüm tutum düzeyleri bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılarak hesaplanmıştır. Fizik laboratuar tutum ölçeği ile ilgili istatistiksel analizler SPSS 15.0 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, geometrik optik konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan ders materyallerinin Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir. Bu bölümde belirlenen hedefler doğrultusunda deney ve kontrol gruplarında ön ölçüm ve son ölçüm sırasında kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

3.1. Optik Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla çalışmada deney ve kontrol gruplarında ön ölçüm ve son ölçüm sırasında veri toplama aracı olarak Optik Başarı Testi kullanılmıştır. Optik Başarı Testi'nin ön ölçümde uygulanmasıyla deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim süreçlerinden önceki akademik başarı düzeyleri tespit edilmiştir. Son ölçümde ise deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarını nasıl etkilediği belirlenmiştir.

Çalışmada deney grubunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan öğretim materyalleriyle laboratuvar dersleri yürütülmüştür. Kontrol grubunda ise geleneksel laboratuvar uygulamalarına dayalı olarak öğretim süreci gerçekleşmiştir. Deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen uygulama süreçleri beş ayrı denel süreçte tamamlanmıştır. Çalışmada, Optik Başarı Testinde yer alan sorular denel süreçler uyarınca ve deneyler dizisine ayrıştırılmıştır. Her bir denel süreç başlığı altında öncelikle deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin, ön ölçüm ve son ölçüm anlama düzeyleri uyarınca tablolar oluşturulmuştur. Tablolarda her bir soruya ilişkin anlama düzeylerine göre öğrenci dağılımları frekans ve yüzdelik halinde gösterilmiştir. Tablolar yorumlanarak öğrencilerin her bir soruyla ilgili öğrenme güçlüğü çektiği noktalar tespit edilmiştir. Öğrenme güçlükleri örnek öğrenci cevaplarıyla desteklenerek gerekli açıklamalar yapılmıştır. Bu aşamada bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Örneğin, **D-1** “deney grubunda yer alan birinci öğrenci”yi, **K-1** “kontrol grubunda yer alan birinci öğrenci”yi

simgelemektedir. Her bir denel süreçte öğretimi gerçekleştirilen deneylerle ilgili Optik Başarı Testi'nde yer alan soruların yorumlanmasının ardından deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ilgili denel süreçte gerçekleştirilen deneylerle alakalı sorulara ilişkin toplam puanları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ilgili denel sürece ilişkin ön ölçüm başarı düzeyleri ile deney ve kontrol gruplarının son ölçüm başarı düzeyleri bağımsız gruplar t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Deney grubunun ön ölçüm-son ölçüm başarı düzeyleri ve kontrol grubunun ön ölçüm-son ölçüm başarı düzeyleri bağımlı gruplar t-testi kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucu tablolar oluşturulmuştur. Daha sonra spesifik olarak oluşturulan tablolarla ilgili gerekli yorumlar yapılmıştır. Ayrıca, sorularla ilgili bazı bilgiler de yorumlarla birlikte verilmiştir.

3.1.1 Birinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Birinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin konularla ilgili performanslarının ölçülmesine yönelik Ek 1’deki Optik Başarı Testi’nde yer alan 1.,2.,3. ve 4. sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorulardan 1. ve 2. sorular “Işığın Yansıması” konusuyla ilgili kazanımlarının ölçülmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. 3. ve 4. sorular ise “Düzlem Aynada Görüntü” konusuyla ilgili kazanımların ölçülmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu sebeple birinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında öğretimi gerçekleştirilen konular “Işığın Yansıması” ve “Düzlem Aynada Görüntü” şeklinde kategorize edilerek analizler gerçekleştirilmiştir.

Optik Başarı Testi’ndeki “Işığın Yansıması” konusuna ilişkin sorular kendi içlerinde gruplandırılmıştır. Ön ölçüm ve son ölçümde öğrencilerin yansımanın tanımıyla ve yansıma kanunlarıyla ilgili kavramsal algıları birinci sorunun a ve b maddeleriyle belirlenmiştir. Düzgün ve dağınık yansıma kavramlarına ilişkin anlama düzeyleri ise ikinci sorunun a ve b maddeleriyle tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin birinci denel süreçte öğretimi gerçekleştirilen “Işığın Yansıması” konusuna ilişkin anlama düzeylerindeki frekans ve yüzdelik dağılımları ön ölçüm-son ölçüm dizisinde Tablo 3.1.’de sunulmaktadır.

Tablo 3.1.“Işığın Yansımaları” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
1-a	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	15	31,3	7	14,0
	Kısmen Anlama	5	10,4	6	12,0	19	39,6	12	24,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	8	16,7	10	20,0	11	22,9	16	32,0
	Yanlış Anlama	13	27,1	14	28,0	2	4,2	8	16,0
	Anlamama	22	45,8	20	40,0	1	2,1	7	14,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
1-b	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	17	35,4	15	30,0
	Kısmen Anlama	6	12,5	8	16,0	21	43,8	17	34,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	17	35,4	15	30,0	8	16,7	11	22,0
	Yanlış Anlama	13	27,1	16	32,0	2	4,2	6	12,0
	Anlamama	12	25,0	11	22,0	0	0,0	1	2,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
2-a	Tam Anlama	4	8,3	1	2,0	21	43,8	16	32,0
	Kısmen Anlama	6	12,5	8	16,0	15	31,3	18	36,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	8	16,7	15	30,0	11	22,9	11	22,0
	Yanlış Anlama	14	29,2	9	18,0	1	2,1	3	6,0
	Anlamama	16	33,3	17	34,0	0	0,0	2	4,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
2-b	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	11	22,9	8	16,0
	Kısmen Anlama	1	2,1	3	6,0	16	33,3	14	28,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	10	20,8	6	12,0	19	39,6	16	32,0
	Yanlış Anlama	16	33,3	14	28,0	1	2,1	8	16,0
	Anlamama	21	43,8	27	54,0	1	2,1	4	8,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Ön ölçüm ve son ölçümde öğrencilerin yansımanın tanımıyla ilgili kavramsal algıları 1-a maddesiyle belirlenmiştir. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçlarından deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin büyük bir kısmının anlamama düzeyinde (%45,8 - %40) oldukları anlaşılmaktadır. Son ölçüm sonuçlarından deney grubunda yer alan öğrencilerin ağırlıklı olarak kısmen anlama (%39,6) ve tam anlama düzeylerinde (%31,3), kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde (%32) yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan K-7 yansımayı *“Işığın belirli bir yere çarpıp dönmesi”* olarak tanımlamıştır. Aynı öğrenci son ölçüm sırasında kısmen anlama düzeyinde yer alarak yansımayı *“Işık ışınlarının parlak bir yüzeye çarpıp geldiği ortama dönmesi”* olarak ifade etmiştir. K-7 ayrıca ön ölçüm ve son ölçüm sırasında cevaplarında yansımanın gerçekleştiği ortamlar hakkında ve yansıyan ışık ışınlarının yansıma biçimleri hakkında hiçbir açıklamaya yer vermemiştir. Birçok öğrenci cevaplarında da benzer hatalara rastlanmıştır. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-18 ışığın yansıması olayını *“Saydam bir ortamda ilerleyen ışığın saydam olmayan bir cisme çarparak geri gelmesi olayıdır”* şeklinde açıklamıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin yansıma kanunlarına ilişkin anlama düzeyleri 1-b maddesiyle irdelenmiştir. Bu soruda öğrencilerin yansıma kanunlarını açıklamaları istenmiştir. Ön ölçüm sonuçlarına göre deney grubundaki öğrenciler en fazla belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde (%35,4) ve kontrol grubundaki öğrenciler ise en fazla yanlış anlama düzeyinde (%32) yer almışlardır. Son ölçüm sırasında ise deney grubundaki öğrencilerden anlamama düzeyinde hiçbir öğrencinin olmaması dikkat çekmektedir. Ancak, yine de son ölçüm sırasında, deney ve kontrol gruplarında yanlış anlama (%4,2-%12) ve belirli bir yanılıyla kısmen anlama (%16,7-%22) düzeylerinde yer alan öğrencilerin olduğu Tablo 3.1.’den anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında yanlış anlama düzeyinde yer alan K-32 yansıma kanunlarını *“görüntünün boyunun cismin boyuna eşit olması ve ikisinin de gerçek görüntü olması”* şeklinde ifade etmiştir. Son ölçüm sırasında kısmen anlama düzeyindeki D-45 ise *“gelme açısının yansıma açısına eşit olması”* şeklinde cevap vermiştir.

Şekil 3.1’de, Optik Başarı Testinde yer alan birinci sorunun 1-a ve 1-b maddelerine ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. Son ölçümde D-18 kodlu öğrenci, sorunun 1-a ve 1-b maddelerine verdiği cevaplar uyarınca her iki maddeye ilişkin düzey sınıflandırmasında da belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almaktadır.

1. Işığın yansımaları olayını ve yansımaları kanunlarını açıklayınız?

A. Işığın yansımaları olayı: *Saydam bir ortamda iletilen ışığın saydam olmayan bir cisimle çarpılarak geri gelmesi olayıdır.*

B. Yansımaları Kanunları: *İkhtilaf yansımaları kanunu vardır.*
1). Gelen ışın yansıyan ışın ve normal aynı düzlemde dir.
2). Gelen ışın ile yansıyan ışın arasındaki açı birbirine eşittir.

Şekil 3.1. Birinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin düzgün yansımaları konusundaki anlama düzeyleri 2-a maddesiyle belirlenmiştir. Bu soruda, öğrencilerden düzgün yansımaları çizim ve yazı yöntemleriyle açıklamaları istenmiştir. Soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak anlamama (%33,3-%34) düzeyinde yer aldıklarını göstermektedir. Son ölçüm sonuçlarından ise deney grubundaki öğrencilerin en fazla tam anlama düzeyinde (%43,8), kontrol grubundaki öğrencilerin kısmen anlama düzeyinde (%36) yoğunlaştıklarını anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında yanlış anlama düzeyinde yer alan K-19 düzgün yansımaları ilgili çizimi yapmamakla birlikte düzgün yansımaları “ışığın düz bir şekilde hareket etmesi sırasında aynaya gelmesidir” şeklinde açıklamıştır. Son ölçüm sonuçlarıncı aynı öğrenci kısmen anlama düzeyinde yer alırken sorunun çizim kısmında normal çizim açısı değerleri belirtmemiştir.

Öğrencilerin dağınık yansımaları ilgili anlama düzeyleri Optik Başarı Testinde yer alan 2-b maddesiyle belirlenmiştir. Soruda, 2-a maddesine benzer olarak öğrencilerin dağınık yansımaları çizim ve yazı yöntemleriyle açıklamaları istenmiştir. Ön ölçüm sonuçları deney grubundaki öğrencilerin yarısına yakınının (%43,8) ve kontrol grubundaki öğrencilerin ise yarısından fazlasının (%54) anlamama düzeyinde yer aldıklarını göstermektedir. Son ölçüm sırasında ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak belirli bir yanılıyla kısmen anlama (%39,6-%32) ve kısmen anlama (%33,3-%28) düzeylerinde yer aldıkları Tablo 3.1.’den anlaşılmaktadır. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler genellikle dağınık yansımaları ilgili yapmaları gereken çizimde hatalar yapmışlardır. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama

düzeyindeki K-33 dağınık yansımanın tanımını ve dağınık yansımaya ilişkin çizimi eksik ve hatalı yapmıştır. Bu öğrenci verdiği cevapta dağınık yansımaya sırasında pürüzlü yüzeye çarpan ışık ışınının yüzeyden eğri bir şekilde yol aldığına ilişkin çizimde bulunmuştur.

Şekil 3.2’de Optik Başarı Testinde yer alan ikinci sorunun 2-a ve 2-b maddelerine ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. Son ölçümde K-33 kodlu öğrenci sorunun 1-a maddesine verdiği cevap uyarınca kısmen anlama düzeyinde yer alırken 2-b maddesine verdiği cevabıyla belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

2. Düzgün ve dağınık yansımayı yazı ve çizim yöntemleriyle açıklayınız?

A. Düzgün yansımada:
Pürüzsüz bir yüzeye çarpan ışık ışını, yansıma noktasından aynı açıyla yansır. Bu tür yansımaya düzgün yansımada denir.

B. Dağınık yansımada:
Pürüzlü yüzeylerde meydana gelen yansımaya dağınık yansımada denir. Dağınık yansımada ışık düzlem ve eşit açıyla yansır.

Çizim Alanı

Şekil 3.2. İkinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Tablo 3.2. ‘de deney ve kontrol gruplarında birinci denel işlem süresince öğretimi gerçekleştirilen “Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Düzlem Aynada Görüntü” konularıyla ilgili sorulan 3. ve 4. soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Bu bulgular ön ölçüm-son ölçüm dizisi içerisinde frekans ve yüzdellikler halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.2.“Düzlem Aynada Görüş Alanı ve Düzlem Aynada Görüntü” Konularına İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
3	Tam Anlama	0	0,0	1	2,0	18	37,5	8	16,0
	Kısmen Anlama	4	8,3	7	14,0	14	29,2	17	34,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	10	20,8	13	26,0	8	16,7	14	28,0
	Yanlış Anlama	12	25,0	9	18,0	6	12,5	6	12,0
	Anlamama	22	45,8	20	40,0	2	4,2	5	10,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
4	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	23	47,9	17	34,0
	Kısmen Anlama	13	27,1	9	18,0	6	12,5	12	24,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	16	33,3	19	38,0	11	22,9	10	20,0
	Yanlış Anlama	12	25,0	14	28,0	5	10,4	6	12,0
	Anlamama	7	14,6	8	16,0	3	6,3	5	10,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

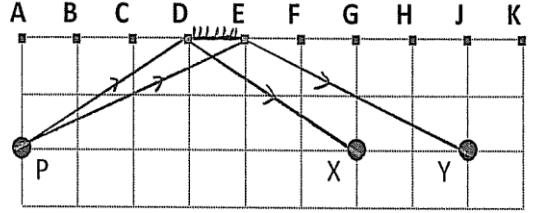
Düzlem aynada görüş alanı konusunda öğrencilerin anlama düzeyleri üçüncü soruyla belirlenmiştir. Ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak anlamama düzeyinde (%45,8-%40) yer aldıklarını göstermektedir. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerin tam anlama (%37,5) ve kısmen anlama düzeylerine (%29,2) yükseldikleri, kontrol grubundaki öğrencilerin ise kısmen anlama (%34) ve belirli bir yanılgıyla kısmen anlama (%28) düzeylerinde yoğunlaştıkları Tablo 3.2.’den anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler ağırlıklı olarak soruyu boş bırakmışlardır. Son ölçüm sırasında ise her iki gruptaki öğrencilerin anlama düzeylerinde belirgin bir artışın olduğu tablodan anlaşılmaktadır. Öğrencilerin sorunun çizim kısmında çizimi eksik veya yanlış yaptıkları ve soruya ilişkin açıklamaları eksik bıraktıkları gözlenmiştir. Ön ölçümde yanlış anlama düzeyindeki D-14 sorunun çizim kısmında aynanın her iki ucuna ışık ışını göndermesi gerektiği halde aynanın ortasına ışık ışını göndermiş ve hiçbir açıklama yapmamıştır. Aynı öğrenci son ölçüm sırasında kısmen anlama düzeyinde yer alırken doğru çizim yapmasına rağmen

çizim sırasında açısız değerleri göstermemiştir. Ayrıca, soruyu yansıma kanunlarıyla ilişkilendirerek açıklamamıştır.

Şekil 3.3'te Optik Başarı Testinde yer alan üçüncü soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. Son ölçümde D-14 kodlu öğrenci soruya verdiği cevap uyarınca kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

3. P Noktasından bakan bir kişi A-K doğrultusundaki düzlem aynaya bakarak ancak X-Y cisimlerinin arasını görebilmektedir.

Buna göre düzlem ayna hangi noktalar arasındadır? Şekil üzerinde çizim yaparak gerekli açıklamalarda bulununuz.



Düzlem ayna D ve E noktaları arasındadır.

Şekil 3.3. Üçüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Düzlem aynada görüntünün konumu, büyüklüğü ve özellikleriyle ilgili olarak öğrencilerin başarı düzeyleri Optik Başarı Testi'nde yer alan dördüncü soru ile belirlenmiştir. Tablo 3.2.'den ön ölçümde deney grubundaki öğrencilerden hiçbirinin tam anlama düzeyinde olmadığı ve kontrol grubundaki öğrencilerin çoğunluğunun (%38) belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Son ölçüm sonuçları ise deney grubundaki öğrencilerin %47,9'unun tam anlama düzeyinde ve kontrol grubundaki öğrencilerin %34'ünün aynı düzeyinde olduğunu göstermektedir. Ön ölçüm ve son ölçüm sırasında bu soruyla ilgili olarak öğrencilerin ağırlıklı olarak sanal ve gerçek görüntü, düzlem aynada görüntünün yeri, görüntünün ters ya da düz oluşu, görüntünün boyu ile ilgili kavramsal hatalara yönelmeleri sebebiyle doğru yanıtı vermekte zorlandıkları öğrenci cevaplarından anlaşılmaktadır. Özellikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin düzlem aynada görüntünün aynanın arkasında değil de içinde

veya yüzeyinde oluştuğunu algıladıkları tespit edilmiştir. Örneğin ön ölçüm sırasında belirli bir yanlışlıkla kısmen anlama düzeyinde olan D-41 soruda istenen görüntüyü bulmuştur. Ancak “düzlem aynada görüntü sanaldır ve sanal görüntü aynanın yüzeyindedir” demiştir. Ayrıca son ölçüm sırasında yanlış anlama düzeyinde olan K-24 “düzlem aynada görüntü aynanın arkasında, gerçek ve terstir” diyerek yanlış seçimi yapmıştır.

Başarı Testinde yer alan dördüncü soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.4’te sunulmaktadır. K-24 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca yanlış anlama düzeyinde yer almıştır.

4.

K cisiminden çıkan ışınlar önce Y sonra X düzlem aynalarından yansımaktadır. Bu ışınlar X aynasından yansıdıktan sonra meydana gelen görüntüyü bulunuz ve oluşan görüntünün özelliklerini açıklayınız? (Sanal-gerçek, büyük-küçük, ters-düz)

K cisminin Y aynasındaki görüntüsünün X aynasındaki görüntüsü b. nolu şekildedir. Çünkü düzlem aynada görüntü aynanın arkasında ters ve gerçektir.

Şekil 3.4. Dördüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Buraya kadar, “Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü” konularının öğretiminin gerçekleştirildiği birinci denel işlem süreciyle ilgili sorulara ilişkin öğrencilerin anlama düzeylerinde frekans ve yüzdeler dağılımları sunulmuştur. Dağılımlar, örnek öğrenci cevaplarıyla desteklenmiştir. Buradan sonraki kısımda ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin aynı sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırmaları üzerinde durulmaktadır. Bu amaçla, öğrencilerin

toplam puanları deney ve kontrol grupları ön ölçüm; deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm; kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm; deney ve kontrol grupları son ölçüm dizisinde bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testleri uyarınca analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler doğrultusunda tablolar oluşturulmuş ve bu tablolara uygun yorumlar yapılmıştır. Optik Başarı Testinde yer alan birinci denel süreçle ilgili sorulardan alınabilecek en yüksek puan 24'tür.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin toplam puanlarının ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.3.'de ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	7,06	3,14	96	-0,45	0,87
Kontrol Grubu	50	7,34	2,91			

Birinci denel süreçle ilgili sorulara deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin verdikleri cevaplar uyarınca; deney grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 7,06 ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön ölçüm aritmetik ortalamalarının 7,34 olduğu Tablo 3.3.'den anlaşılmaktadır. Deney grubundaki standart sapma miktarı 3,14 iken kontrol grubundaki standart sapma miktarı 2,91 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca t değerinin -0,45 ve p anlamlılık değerinin 0,87 olduğu görülmektedir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = -0,45$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.4.'te deney grubunda yer alan öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.4. Deney Grubunun Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	48	7,06	3,14	0,724	47	-31,63	0,000
Son Ölçüm	48	17,66	3,10				

Deney grubundaki öğrencilerden elde edilen ön ölçüm ve son ölçüm puanlarına göre; ön ölçümde aritmetik ortalama 7.06, standart sapma 3.14 son ölçümde aritmetik ortalama 17.66, standart sapma 3.10 olarak bulunmuştur. Ayrıca ön ölçüm ve son ölçüm korelasyon değerinin 0.724, t değerinin -31.63 ve manidarlık değerinin 0.000 olduğu Tablo 3.4.'ten anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden bağımlı gruplar t- testi sonucu ($t_{(47)} = -31,63$; $p < ,05$) olduğu için deney grubunun birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm-son ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Korelasyon değerinin 0,724 olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.5.'te kontrol grubunda yer alan öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.5. Kontrol Grubunun Birinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	50	7,34	2,91	0,707	49	-17,72	0,000
Son Ölçüm	50	14,84	4,22				

Analiz sonuçlarına göre 50 öğrencinin birinci denel sürece ilişkin ön ölçüm toplam puanlarının aritmetik ortalaması 7.34 ve son ölçüm toplam puanlarının aritmetik ortalaması 14.84'dir. %95 güven aralığında sig(2 tailed) değeri 0.05'in altında çıkmıştır ($p = 0.000$). Bu durum kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının

aritmetik ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğunu göstermektedir. Ayrıca $r=0.707$ olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin birinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin son ölçüm toplam puanları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.6.'da son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.6. Deney ve Kontrol Gruplarının Birinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	17.66	3.10	96	3,75	0,000
Kontrol Grubu	50	14.84	4.22			

Tablo 3.6.'ya göre deney grubundaki öğrencilerin son ölçüm toplam puanlarının aritmetik ortalaması 17,66 ve kontrol grubundaki öğrencilerin son ölçüm toplam puanlarının aritmetik ortalaması 14,84'dir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t- testi sonucu ($t_{(96)}= 3,75$; $p<,05$) olduğu için grupların son ölçüm toplam puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

3.1.2. İkinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

İkinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Küresel Aynalarda Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bu konularla ilgili performanslarının ölçülmesi amacıyla Optik Başarı Testi'nde 5.,6.,7. ve 8. Sorulara yer verilmiştir. Bu sorulardan 5. ve 6. .sorular “Küresel Aynalarda Özel Işıklar” konusuyla ilgili öğrenci kazanımlarının ölçülmesine yönelik olup 7. ve 8. sorularla ise “Küresel Aynalarda Görüntü” konusuyla ilgili öğrenci kazanımlarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda ikinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında öğretimi gerçekleştirilen konular “Küresel Aynalarda Özel Işıklar” ve “Küresel Aynalarda Görüntü” şeklinde kategorize edilerek analizler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.7. ‘de deney ve kontrol gruplarında ikinci denel işlem sürecinde öğretimi gerçekleştirilen ‘‘Küresel aynalarda özel ışınlar’’ konusuyla ilgili soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Ön ölçüm-son ölçüm dizisi içerisinde anlama düzeylerinde frekans ve yüzdeler dağılımlar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.7.‘‘Küresel Aynalarda Özel Işınlar’’ Konularına İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
5	Tam Anlama	1	2,1	0	0,0	19	39,6	13	26,0
	Kısmen Anlama	5	10,4	4	8,0	14	29,2	17	34,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	13	27,1	8	16,0	10	20,8	10	20,0
	Yanılış Anlama	19	39,6	23	46,0	4	8,3	6	12,0
	Anlamama	10	20,8	15	30,0	1	2,1	4	8,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
6	Tam Anlama	1	2,1	0	0,0	13	27,1	9	18,0
	Kısmen Anlama	5	10,4	6	12,0	16	33,3	12	24,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	14	29,2	9	18,0	11	22,9	15	30,0
	Yanılış Anlama	11	22,9	15	30,0	4	8,3	8	16,0
	Anlamama	17	35,4	20	40,0	4	8,3	6	12,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Beşinci soruyla öğrencilerin çukur aynada özel ışınlar konusuyla ilgili başarı düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Soruda çukur aynalara ışık ışınları gönderilerek çukur aynaların odak uzaklıklarının tespit edilmesi ve gerekli açıklamaların yapılması istenmiştir. Bu soruyla ilgili ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin en fazla yanılış anlama düzeyinde (%39,6-%46) yoğunlaştıklarını göstermektedir. Son ölçüm sırasında ise deney grubundaki öğrencilerin %36,9’unun tam anlama düzeyinde ve kontrol grubundaki öğrencilerin %34’ünün kısmen anlama düzeyinde yoğunlaştıkları Tablo 3.7.’den anlaşılmaktadır. Öğrencilerin en fazla üçüncü şekildeki çukur aynanın odak uzaklığını bulmakta zorlanmışlardır. Örneğin, ön ölçüm sırasında D-33 birinci ve ikinci şekillerdeki aynaların odak uzakları ile ilgili doğru açıklamalarda

bulunmuştur. Ancak üçüncü şekildeki aynanın odak uzaklığının “odaktan gelen ışık ışını merkezden geçer” yorumlayarak “ $2x$ uzunluğunda” olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, aynaların odak uzaklıklarını $f_1=f_3>f_2$ şeklinde sıralayıp belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır. Benzer olarak, ön ölçüm sırasında çukur aynaların odak uzaklığını $f_1>f_2>f_3$ şeklinde sıralaması gerekirken $f_3>f_1>f_2$ şeklinde sıralayan K-41 yanlış anlama düzeyinde yer almıştır. K-41 verdiği cevapla ilgili herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Son ölçüm sırasında aynı öğrenci doğru sıralamayı yapıp gerekli açıklamaları yaparak tam anlama düzeyinde yer almıştır.

Optik Başarı Testinde yer alan beşinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.5’te sunulmaktadır. D-33 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

5.

Şekil 1

Şekil 2

Şekil 3

Odak uzaklıkları f_1 , f_2 ve f_3 olan aynalara gönderilen A, B ve C ışınlarının izlediği yollar yukarıdaki şekillerdeki gibidir. Buna göre f_1 , f_2 ve f_3 uzaklıklarının büyüklüklerini sıralayınız. Gerekli açıklamaları yapınız.

Çukur aynanın asal eksenine paralel gönderilen A ışık ışını aynanın odak noktasından geçer. Bundan dolayı $f_1=2x$ 'tir. Şekil 2'de B ışık ışını kendi üzerinden geri yansıdığı için $3x$ uzunluğu aynanın merkezidir. Yani $f_2=3x$ 'dir. Şekil 3'te ise aynanın odak noktasından gelen C ışık ışını aynanın merkezinden gelmiştir. Yani $f_3=2x$ 'tir. $2x=2x > \frac{3x}{2}$ olması sebebiyle $f_1=f_3 > f_2$ 'dir.

Şekil 3.5. Beşinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin tümsek aynada özel ışınlar konusuna ilişkin başarı düzeyleri altıncı soruyla belirlenmiştir. Bu soruda, öğrencilerin tümsek aynalara belirli şekilde gönderilen ışık ışınlarının aynaya geldikten sonra izledikleri yollar gösterilerek ışık ışınlarının takip ettikleri yolların doğruluk durumunu belirtip gerekli

açıklamaları yapmaları istenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları öğrencilerin bu soruya ilişkin başarı düzeylerinin beşinci soruya nazaran daha düşük olduğunu göstermektedir. Ön ölçüm sonuçlarından deney grubundaki öğrencilerin çok azının tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde yer aldığı (%2,1-%10,4) ve kontrol grubundaki öğrencilerin en fazla anlamama düzeyinde (%40) yer aldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, son ölçümde deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının (%60,4) tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde yoğunlaştıkları Tablo 3.7.'den anlaşılmaktadır. Öğrenci cevaplarından öğrencilerin genel anlamda ikinci ve üçüncü şekillerdeki tümsek aynalara gönderilen Y ve Z ışık ışınlarının izledikleri yollarla ilgili eksik ve yanlış anlamalara sahip oldukları anlaşılmaktadır. Örneğin son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-38 birinci şekildeki X ışık ışınının izlediği yolla ilgili gerekli açıklamayı doğru yapmış, ikinci şekildeki asal eksene paralel gönderilen Y ışık ışınının ve üçüncü şekildeki herhangi bir doğrultuda ilerleyen Z ışık ışınının izlediği yollarla ilgili açıklamaları yanlış yapmıştır.

Optik Başarı Testindeki altıncı soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.6'da sunulmaktadır. D-38 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

6.

Şekil 1 Şekil 2 Şekil 3

Tümsek aynalara gönderilen X, Y ve Z ışık ışınlarının yansımaları yukarıdaki şekillerde gösterilmiştir. Buna göre X,Y ve Z ışık ışınlarının izledikleri yolların doğruluk durumlarını belirtep yanlış olanlar hakkında nasıl bir yol izlemeleri gerektiğine ilişkin açıklamalar yapınız?

X : Uzantısı...merkeze...geçecek...şekilde...gönderilen...ışık...ışını...kendi...uzan-
tısından...geri...yansır...Bu...nedenle...çizim...yanlış...yapılmıştır.....

Y : Tümsek...aynaya...gönderilen...herhangi...bir...ışık...ışını...odak...noktasın-
dan...çizilen...ikinci...asal...eksenle...aynı...açıyı...yapararak...yansır...Çizim...doğrudur.

Z : Aynanın...odak...noktasından...gelen...2.ışık...ışını...asal...eksenle...paralel...
yansır...Şekil...3...teki...çizim...doğrudur.....

Şekil 3.6. Altıncı Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Deney ve kontrol gruplarındaki ikinci denel işlem sürecinde öğretimi gerçekleştirilen “Küresel Aynalarda Görüntü” konusuyla ilgili olarak Optik Başarı Testi’nde 7. ve 8. sorulara yer verilmiştir. Tablo 3.8.’de bu soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular ön ölçüm-son ölçüm dizisi içerisinde frekans ve yüzdeler halinde sunulmaktadır.

Tablo 3.8. “Küresel Aynalarda Görüntü” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
7	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	7	14,6	4	8,0
	Kısmen Anlama	11	22,9	9	18,0	21	43,8	18	36,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	6	12,5	11	22,0	12	25,0	13	26,0
	Yanılış Anlama	17	35,4	16	32,0	6	12,5	8	16,0
	Anlamama	14	29,2	14	28,0	2	4,2	7	14,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
8	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	8	16,7	4	8,0
	Kısmen Anlama	2	4,2	4	8,0	16	33,3	11	22,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	5	10,4	7	14,0	10	20,8	15	30,0
	Yanılış Anlama	15	31,3	10	20,0	7	14,6	9	18,0
	Anlamama	26	54,2	29	58,0	7	14,6	11	22,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Yedinci soruda çukur aynanın asal eksenini üzerindeki farklı noktalara yerleştirilen cisimlerin görüntüleriyle ilgili öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden tam anlama düzeyinde hiçbir öğrencinin olmadığı Tablo 3.8.’den anlaşılmaktadır. Son ölçümde ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak kısmen anlama düzeyinde (%43,8-%36) yoğunlaştıkları dikkat çekmektedir. Ön ölçüm sırasında, yanılış anlama düzeyindeki bazı öğrenciler cisimleri ışın gibi düşünüp çukur aynadan yansıtmaya çalışmışlardır. Son ölçüm sırasında ise daha çok cisimlerin görüntü çizimlerini tam olarak yapamamaları ve bu konuda zorlandıkları göze çarpmaktadır. Özellikle 1, 3 ve 5 kodlu cisimlerinin görüntüleriyle ilgili yanılış algılara sahip oldukları öğrenci cevaplarından

anlaşılmaktadır. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-9 aynanın odak noktasındaki 2 kodlu cismin ve merkezindeki 4 kodlu cismin görüntüsüne ilişkin gerekli çizim ve açıklamaları yapabilmıştır. Ancak çukur aynanın tepe noktasından odak noktasına doğru eğik 1 kodlu cismin, merkezinden odak noktasına doğru eğik 3 kodlu cismin ve merkezin dışındaki ters 5 kodlu cismin görüntüsüne ilişkin gerekli açıklama ve çizimi hatalı yapmıştır.

Optik Başarı Testindeki yedinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.7'de sunulmaktadır. D-9 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

7. Eşit büyüklükteki bölümlere ayrılmış olan düzleme yerleştirilen 1,2,3,4,5 kodlu cisimlerin odağı F, merkezi M olan çukur aynada oluşan görüntüleriyle ilgili **gerekli çizim ve açıklamaları yapınız?** (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Çizimlerde cisimlerin görüntüsünü 1' şeklinde gösteriniz)

1'... Cisim... aynanın... tepe... noktasından... odak... noktasına... doğru... eğik... ters... ve...
 2'... Çukur... aynanın... odak... noktasındaki... cismin... görüntüsüne... sanaldır...
 3'... Görüntü... merkezin... dışına... doğru... eğik... ters... ve... büyütür...
 4'... Merkezdeki... cismin... görüntüsü... merkezin... dışına... doğru... eğik... ters... ve... büyütür...
 5'... Görüntü... odak... ile... merkezin... arasındaki... cismin... görüntüsüne... sanaldır...

Şekil 3.7. Yedinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Tümsek aynanın asal eksen üzerindeki farklı noktalara yerleştirilen cisimlerin görüntüleriyle ilgili öğrencilerin anlama düzeyleri sekizinci soruyla belirlenmiştir. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin yarısından fazlasının anlamama düzeyinde (%54,2-%58) yoğunlaştıklarını göstermektedir. Ön ölçüm sırasında tam anlama düzeyinde iki gruptan da öğrenci olmaması dikkat çekmektedir. Son ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ölçüme nazaran daha

başarılı oldukları ancak altıncı soruya oranla daha az başarı elde ettikleri Tablo 3.8.'den anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında öğrenciler ağırlıklı olarak cisimlerin görüntülerinin yerini tespit etmekte zorlanmışlardır. Özellikle bütün cisimlerin görüntülerini aynanın ön tarafında çizmeye çalışmışlardır. Ayrıca öğrenciler soruya tümsek aynadaki görüntülerin düz, gerçek ve cismin boyundan küçük olması şeklinde cevaplar vermeleri gerekirken; bazı öğrenciler cisimlerin görüntülerinin ters, sanal ve cismin boyundan büyük olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan K-17 tümsek aynanın tepe noktası üzerine yerleştirilen 1 kodlu cismin görüntüsünün aynanın arkasında ve odak noktasında olduğunu belirtip görüntünün düz, sanal ve cismin boyundan büyük olduğuna ilişkin çizim ve açıklamalar yapmıştır. Aynanın odak noktasından tepe noktasına eğik 2 kodlu cismin görüntüsüyle ilgili yapması gereken çizim ve açıklamaları boş bırakmıştır. Son olarak, aynanın odak noktasındaki 3 kodlu cisim, aynanın merkezindeki 4 kodlu cisim ve aynanın merkezinin dışındaki 5 kodlu cisimle ilgili çizim ve açıklamaları doğru yapmıştır.

Sekizinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.8'de sunulmaktadır. K-17 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

8. Eşit büyüklükteki bölümlere ayrılmış olan düzleme yerleştirilen 1,2,3,4,5 kodlu cisimlerin odağı F, merkezi M olan tümsek aynada oluşan görüntülerini **şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?** (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Çizimlerde cisimlerin görüntüsünü 1' şeklinde gösteriniz)

1: Görüntü... aynanın arkasında... düz, sanal... ve... büyüktür.....
 ②:
 3: Görüntü... şekildedeki gibi... F/2 de... düz, sanal... ve... küçüktür.....
 4: Görüntü... düz, sanal... ve... küçüktür.....
 5: Görüntü... düz, sanal... ve... küçüktür.....

Şekil 3.8. Sekizinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Buraya kadar, deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen ikinci denel uygulama süreciyle ilgili soruların sorulardan elde edilen bulguların anlam düzeylerini uyarınca frekans ve yüzdelerle dağılımlar halinde tablolastırılarak gerekli yorumlar yapılmıştır. Buradan sonra ise öğrencilerin toplam puanları deney grubu ve kontrol grubu ön ölçüm, deney grubu ön ölçüm-son ölçüm, kontrol grubu ön ölçüm-son ölçüm ve deney grubu ile kontrol grubu son ölçüm dizisinde istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler sırasında bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Optik Başarı Testi'nde yer alan ikinci denel süreçle ilgili sorulardan toplamda alınabilecek en yüksek puan 16'dır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin 5.,6.,7. ve 8. sorulardan elde ettikleri toplam puanların ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.9.'da ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.9. Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	P
Deney Grubu	48	4,47	2,19	96	0,88	0,37
Kontrol Grubu	50	4,06	2,47			

İkinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,47 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,06'dır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 0,88$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.10'da deney grubunda yer alan öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.10. Deney Grubunun İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Test	48	4,47	2,19	0,449	48	-14,54	0,000
Son Test	48	10,31	2,95				

Deney grubunda yer alan 48 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,47 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 10,31'e yükselmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(48)} = -14,54$; $p < ,05$) olduğu için deney grubundaki öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının karşılaştırılması bağımlı gruplar t-testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.11.'de kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili sorulardan ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanlarının bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.11. Kontrol Grubunun İkinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçümler	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	50	4,06	2,47	0,462	49	-11,22	0,000
Son Ölçüm	50	8,62	2,99				

Analiz sonuçları, kontrol grubunda yer alan 50 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 4,06 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamalarının 8,62'e yükseldiğini göstermektedir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(49)} = -11,22$; $p < ,05$) olduğu için kontrol grubundaki öğrencilerin ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ikinci denel sürece ilişkin toplam puanlarının son ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.12.'de son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.12. Deney ve Kontrol Gruplarının İkinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	10,31	2,95	96	2,81	0,006
Kontrol Grubu	50	8,62	2,99			

İkinci denel süreçle ilgili sorularda deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 10,31 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 8,62'dir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 2,81$; $p < ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının ikinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin son ölçüm puanları arasında deney grubu lehine bir artış olduğu görülmektedir.

3.1.3. Üçüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen üçüncü denel süreçte “Merceklerde Özel Işıklar ve Merceklerde Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak geliştirilen öğretim materyaliyle denel süreç yürütülürken, kontrol grubunda geleneksel laboratuvar uygulamalarına göre dersler işlenmiştir. Öğrencilerin bu denel süreçte öğretimi gerçekleştirilen deneylerle ilgili anlama düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Optik Başarı Testi'nde yer alan 9.,10.,11. ve 12. sorular öğrencilere ön ölçüm ve son ölçüm sırasında yöneltilmiştir. Bu sorulardan 9. ve 10. sorular ile “Merceklerde Özel Işıklar” konusuyla ilgili öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 11. ve 12. sorularla ise öğrencilerin ön ölçüm ve son ölçüm sırasında “Merceklerde Görüntü” konusuna ilişkin anlama düzeyleri belirlenmiştir. Bu bağlamda, üçüncü denel süreçte deney ve kontrol

gruplarında öğretimi gerçekleştirilen konularla ilgili sorular “Merceklerde Özel Işıklar” ve “Merceklerde Görüntü” şeklinde kategorize edilerek analizler gerçekleştirilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarında üçüncü denel işlem sürecinde öğretimi gerçekleştirilen “Merceklerde Özel Işıklar” konusuyla ilgili soruların 9. ve 10. soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.13.’te sunulmaktadır. Öğrenci dağılımları, ön ölçüm-son ölçüm kategorileri altında deney ve kontrol grubu dizisince anlama gruplarına uygun bir şekilde frekans ve yüzdelikler halinde tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3.13. “Merceklerde Özel Işıklar” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
9	Tam Anlama	2	4,2	0	0,0	14	29,2	12	24,0
	Kısmen Anlama	4	8,3	6	12,0	16	33,3	13	26,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	11	22,9	5	10,0	9	18,8	14	28,0
	Yanlış Anlama	20	41,7	24	48,0	5	10,4	3	6,0
	Anlamama	11	22,9	15	30,0	4	8,3	8	16,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
10	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	7	14,6	4	8,0
	Kısmen Anlama	4	8,3	3	6,0	15	31,3	12	24,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	6	12,5	8	16,0	13	27,1	16	32,0
	Yanlış Anlama	13	27,1	16	32,0	7	14,6	11	22,0
	Anlamama	25	52,1	23	46,0	6	12,5	7	14,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ölçüm ve son ölçüm sırasında ince kenarlı merceklerde özel ışınlar konusuyla ilgili bilgi düzeyleri dokuzuncu soruyla irdelenmiştir. Bu soruda ince kenarlı merceklerle ışık ışınları gönderilerek bu ışık ışınlarının izledikleri yolların çizim ve yazı yöntemleriyle belirtilmesi istenmiştir. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak (%41,7-%48) yanlış anlama düzeyinde yoğunlaştıklarını göstermektedir. Son ölçüm sonuçları ise deney grubundaki öğrencilerin yalnızca %10,4’ünün yanlış anlama düzeyinde yer aldığını

ve kontrol grubundaki öğrencilerin en fazla belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde (%28,0) yoğunlaştığını göstermektedir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin ağırlıklı olarak uzantısı ince kenarlı merceğin odak noktasına gelecek şekilde ilerleyen X ve ince kenarlı merceğin asal eksenine paralel olarak ilerleyen Z ışık ışınlarının merceğe geldikten sonra izledikleri yolu tespitinde zorlandıkları anlaşılmaktadır. Örneğin son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan K-41 merceğin asal eksenini merkezi üzerinden keserek ilerleyen Y ışık ışınıyla ilgili gerekli çizim ve açıklamayı doğru yaparken X ve Z ışık ışınlarının izledikleri yolu yanlış olarak çizip açıklamıştır.

Dokuzuncu soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.9'da sunulmaktadır. K-41 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

9.

Şekil 1

Şekil 2

Şekil 3

Yukarıdaki şekillerde İnce kenarlı merceklere X, Y ve Z ışık ışınları gönderilmiştir. X, Y ve Z ışık ışınlarının ince kenarlı merceklere ulaştıktan sonra izledikleri yolları şekiller üzerinde çizerek yapmış olduğunuz çizimlerle ilgili gerekli açıklamaları yapınız.

X: Uzantısı... odaktan geçerek... şekilde... gelen... ışık... ışını... asal... eksene... paralel... olarak... kırılır...

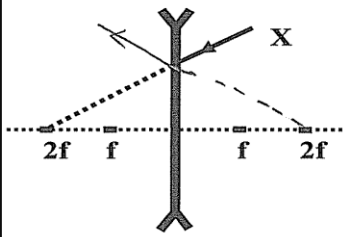
Y: İnce... kenarlı... merceğin... merkezinden... gelen... ışık... ışını... merkeze... geçerek... kırılır...

Z: Asal... eksene... paralel... gelen... ışık... ışını... uzantısı... odaktan... geçerek... kırılır...

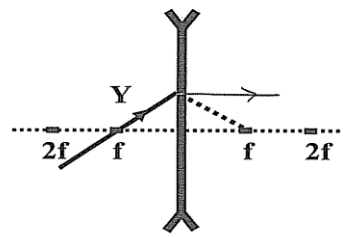
Şekil 3.9. Dokuzuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Onuncu soru ile öğrencilerin kalın kenarlı merceklerde özel ışınlar konusunda ilgili anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının (%52,1) ve kontrol grubundaki öğrencilerin de yarısına yakınının (%46) anlamama düzeyinde yer aldıklarını göstermektedir. Ayrıca son ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin tam anlama düzeyine yoğunlaşma miktarının dokuzuncu soruya nispeten daha az olduğunu göstermektedir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ağırlıklı olarak kalın kenarlı merceğin asal eksenini odak noktasından keserek ilerleyen Y ve kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen Z ışık ışınlarının izledikleri yolu tespit etmekte zorlandıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, bazı öğrencilerin kalın kenarlı mercekleri ayna şeklinde düşünerek ışık ışınlarını mercekten yansıtmıştır. Son ölçüm sırasında belirli bir yanıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-22 uzantısı kalın kenarlı merceğin merkezinden geçecek şekilde ilerleyen X ışık ışınıyla ilgili doğru çizim ve açıklamaları yapabilmişken, Y ve Z ışık ışınlarının izledikleri yolu yanlış olarak çizip açıklamıştır.

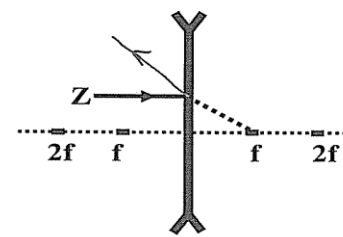
Optik Başarı Testi'ndeki onuncu soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.10'da sunulmaktadır. D-22 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Yukarıdaki şekillerde kalın kenarlı merceklerle X, Y ve Z ışık ışınları gönderilmiştir. X, Y ve Z ışık ışınlarının kalın kenarlı merceklerle ulaştıktan sonra izledikleri yolları şekiller üzerinde çizerek yapmış olduğunuz çizimlerle ilgili gerekli açıklamaları yapınız.

X : 2f noktasından geçen ışık ışını... odak noktasından 2f den geçerek.....
ilerler.....

Y : Odak noktasından geçen ışık ışını... asal eksenine paralel..... ilerler.....

Z : Asal eksenine paralel gelen ışık ışını... odak noktasından geçerek.....
yansıtır.....

Şekil 3.10. Onuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Deney ve kontrol gruplarında üçüncü denel işlem sürecinde öğretimi gerçekleştirilen “Merceklerde Görüntü” konusuyla ilgili sorulan 11. ve 12. soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3.14.’te sunulmaktadır. Öğrenci dağılımları, ön ölçüm-son ölçüm kategorileri altında deney ve kontrol grubu dizisince anlama gruplarına uygun bir şekilde frekans ve yüzdelikler halinde tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3.14. “Merceklerde Görüntü” Konusuna İlişkin Öğrencilerin Anlama Düzeylerine Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
11	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	13	27,1	14	28,0
	Kısmen Anlama	8	16,7	10	20,0	16	33,3	7	14,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	11	22,9	14	28,0	11	22,9	18	36,0
	Yanlış Anlama	14	29,2	18	36,0	6	12,5	6	12,0
	Anlamama	15	31,3	8	16,0	2	4,2	5	10,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
12	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	8	16,7	9	18,0
	Kısmen Anlama	6	12,5	9	18,0	13	27,1	5	10,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	10	20,8	14	28,0	10	20,8	17	34,0
	Yanlış Anlama	14	29,2	11	22,0	8	16,7	11	22,0
	Anlamama	18	37,5	16	32,0	9	18,8	8	16,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

On birinci soruda ince kenarlı merceğin asal eksenini üzerindeki belirli noktalarda yer alan cisimlerin görüntüleriyle ilgili öğrencilerin başarı düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden tam anlama düzeyinde hiçbir öğrencinin olmadığı ve kısmen anlama düzeyinde ise çok az öğrencinin (%16,7-%20) yer aldığı tablo 3.14.’ten anlaşılmaktadır. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrenciler kısmen anlama ve tam anlama düzeylerinde (%33,3-%27,1) yoğunlaşırken kontrol grubundaki öğrenciler belirli bir yanılgıyla kısmen anlama ve tam anlama düzeylerinde (%36-%28) yoğunlaşmışlardır. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları incelendiğinde, öğrencilerin; merceğin asal eksenini üzerindeki cisimlerden merkezinin

dışına ters olarak yerleştirilen 1 kodlu, merceğin merkezinden merkezinin dışına doğru eğik olarak yerleştirilen 2 kodlu, merceğin merkezinden odak noktasına doğru yatay olarak konumlandırılan 3 kodlu ve merceğin odak noktası ile optik merkezi arasında yerleştirilen 5 kodlu cisimlerin görüntüleriyle ilgili gerekli çizim ve açıklamaları yapmakta zorlandıkları anlaşılmaktadır. Örneğin son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-43 kodlu öğrenci merceğin merkezinden merkezinin dışına doğru eğik 2 kodlu cismin ve merceğin odak noktasındaki 4 kodlu cisimlerin görüntülerine ilişkin doğru çizim ve açıklamalarda bulunmuştur. Ancak, 1, 3, 5 kodlu cisimlerin ince kenarlı mercekte oluşan görüntülerine ilişkin doğru çizim ve açıklamaları yapamamıştır.

Optik Başarı Testi'ndeki on birinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.11'de sunulmaktadır. D-43 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

Şekildeki odak noktası F, merkezi M olan yakınsak merceğin önüne 1,2,3,4,5 kodlu cisimler yerleştirilmiştir. Bu cisimlerin yakınsak mercekteki görüntülerini şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?(Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Cisimlerin görüntüsünü 1' şeklinde gösteriniz)

1': Cismin... görüntüsü... Merkez ile odak arasında... ters, gerçek, küçüktür.

2': Görüntü... şekildedeki gibi... ters, gerçek ve küçüktür.

3':

4': Görüntü... şekildedeki gibi... sanaldır.

5': Görüntü... odak ile merkez arasında... orij., küçük ve sanaldır.

Şekil 3.11. On Birinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

On ikinci soruda kalın kenarlı merceğin asal eksenindeki belirli noktalarda yer alan cisimlerin görüntüleriyle ilgili öğrencilerin başarı düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin bu soruya ilişkin anlama düzeylerinin on beşinci soruya nazaran daha düşük

olduğunu göstermektedir. Öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin genel anlamda kalın kenarlı merceğin odak noktasına yerleştirilen 4 kodlu ve odak noktası ile optik merkezi arasına ters bir şekilde yerleştirilen 5 kodlu cisimlerin görüntülerine ilişkin doğru çizim ve açıklamaları yapmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin mercede oluşan görüntüleri merceğin arkasında çizmeleri ve bu doğrultuda yorumlarda bulunmaları da yapmış oldukları hatalar arasındadır. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan K-4 merceğin merkezinin dışına yerleştirilen 1 kodlu, merceğin merkezine yerleştirilen 2 kodlu ve merceğin merkez ile odak noktası arasına yerleştirilen 3 kodlu cisimlerin görüntüleriyle ilgili çizim ve açıklamaları doğru yapmıştır. Ancak 4 ve 5 kodlu cisimlerin görüntüleriyle ilgili çizim ve açıklamaları yanlış yapmıştır.

Şekil 3.12’de on ikinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. K-4 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

12.

Şekildeki odak noktası f olan ırsak merceğin önüne 1,2,3,4,5 kodlu cisimler yerleştirilmiştir. Bu cisimlerin yakınsak mercekteki görüntülerini şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız? (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Cisimlerin görüntüsünü 1' şeklinde gösteriniz)

1': cismin görüntüsü.. odak ile optik merkezi arasında.. dışı, küçük ve sanaldır.
 2': cismin görüntüsü.. odak ile optik merkezi arasında.. dışı, küçük ve sanaldır.
 3': cismin görüntüsü.. odak ile optik merkezi arasında.. dışı, küçük ve sanaldır.
 4': cismin görüntüsü.. sanaldır.....
 5': cismin görüntüsü.. odakta, ters ve büyüktür.....

Şekil 3.12. On İkinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Buraya kadar, deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen üçüncü denel işlem süreciyle ilgili sorulardan elde edilen bulgular anlama düzeyleri uyarınca frekans ve yüzdelik dağılımlar halinde tablolarda gösterilmiştir. Oluşturulan tablolar örnek öğrenci cevaplarıyla desteklenerek gerekli yorumlar yapılmıştır. Buradan sonraki kısımda ise öğrencilerin toplam puanları; deney grubu ve kontrol grubu ön ölçüm, deney grubu ön ölçüm-son ölçüm, kontrol grubu ön ölçüm-son ölçüm ve deney grubu ile kontrol grubu son ölçüm dizisince istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır. Optik Başarı Testi'nde yer alan üçüncü denel süreçle ilgili sorulardan toplamda alınabilecek en yüksek puan 16'dır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin 9.,10.,11. ve 12. sorulardan elde ettikleri toplam puanların ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.15.'te ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.15. Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	4,37	2,40	96	-0,667	0,506
Kontrol Grubu	50	4,70	4,41			

Deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 4,37 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 4,70 olduğu Tablo 3.15'ten anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = -0,667$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının bu denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanlar bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.16.'da deney grubunda yer alan öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.16. Deney Grubunun Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	48	4,37	2,40	0,723	47	-17,11	0,000
Son Ölçüm	48	9,56	3,02				

Deney grubunda yer alan 48 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,37 iken son ölçüm sırasında aritmetik ortalamalarının 9,56'ya yükseldiği Tablo 3.16'dan anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(47)} = -17,11$; $p < ,05$) olduğu için deney grubundaki öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Ayrıca $r=0,723$ olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili sorulardan ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanlar bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.17.'de kontrol grubunda yer alan öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili sorulardan ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.17. Kontrol Grubunun Üçüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	50	4,70	2,41	0,792	49	-14,36	0,000
Son Ölçüm	50	8,52	3,07				

Analiz sonuçları, kontrol grubunda yer alan 50 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 4,70 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamalarının 8,52'ye yükseldiğini göstermektedir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(49)} = -14,36$; $p < ,05$) olduğu için kontrol grubundaki öğrencilerin üçüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Korelasyon katsayısının 0,792 olması ön ölçüm

toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin son ölçümde üçüncü denel sürece ilişkin sorulardan elde ettikleri toplam puanlar bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.18.'de son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.18. Deney ve Kontrol Gruplarının Üçüncü Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	9,56	3,02	96	1,69	0,036
Kontrol Grubu	50	8,52	3,07			

Son ölçüm sonuçları, deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 9,56 ve kontrol grubundaki 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 8,52 olduğunu göstermektedir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 1,69$; $p < ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının üçüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin son ölçüm puanları arasında deney grubu lehine bir artış olduğu görülmektedir.

3.1.4. Dördüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Dördüncü denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Işığın Kırılması” konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin konuya ilişkin başarı düzeylerinin ölçülmesine yönelik olarak Optik Başarı Testi’nde yer alan 13., 14., 15. ve 16. sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorulardan 13-a maddesinde öğrencilerden kırılma olayını tanımlamaları, 13-b maddesinde ise öğrencilerden kırılma kanunlarını açıklamaları istenmiştir. 14. soruda öğrencilerin kırılma indislerini ve sapma miktarını hesaplamaları istenirken 15. ve 16. sorularda ise ışığın üçgen prizma ve dairesel prizmada geçişiyle ilgili öğrencilerin anlama düzeyleri belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 3.19’da deney ve kontrol gruplarında dördüncü denel işlem süresince öğretimi gerçekleştirilen “Işığın Kırılması” konusuyla ilgili soruların analizi sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Tabloda anlama düzeylerindeki öğrenci dağılımları frekans ve yüzdelikler halinde ön ölçüm-son ölçüm kategorileri altında deney ve kontrol grupları dizisince gösterilmiştir.

Tablo 3.19. “Işığın Kırılması” Konusuna İlişkin Öğrenci Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
13-a	Tam Anlama	1	2,1	0	0,0	12	25,0	9	18,0
	Kısmen Anlama	4	8,3	4	8,0	18	37,5	14	28,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	9	18,8	11	22,0	9	18,8	15	30,0
	Yanılış Anlama	16	33,3	15	30,0	2	4,2	7	14,0
	Anlamama	18	37,5	20	40,0	7	14,6	5	10,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
13-b	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	13	27,1	7	14,0
	Kısmen Anlama	3	6,3	5	10,0	21	43,8	10	20,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	9	18,8	11	22,0	9	18,8	23	46,0
	Yanılış Anlama	16	33,3	19	38,0	2	4,2	6	12,0
	Anlamama	20	41,7	15	30,0	3	6,3	4	8,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
14	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	23	47,9	15	30,0
	Kısmen Anlama	0	0,0	1	2,0	15	31,3	17	34,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	8	16,7	8	16,0	3	6,3	9	18,0
	Yanılış Anlama	13	27,1	17	34,0	1	2,1	1	2,0
	Anlamama	27	56,3	24	48,0	6	12,5	8	16,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
15	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	20	41,7	13	26,0
	Kısmen Anlama	3	6,3	2	4,0	12	25,0	16	32,0
	Belirli Bir Yanılıyla Kısmen Anlama	7	14,6	6	12,0	4	8,3	8	16,0
	Yanılış Anlama	15	31,3	18	36,0	4	8,3	3	6,0
	Anlamama	23	47,9	24	48,0	8	16,7	10	20,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Tablo 3.19'un Devamı

16	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	18	37,5	10	20,0
	Kısmen Anlama	5	10,4	2	4,0	7	14,6	15	30,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	7	14,6	10	20,0	10	20,8	6	12,0
	Yanlış Anlama	9	18,8	14	28,0	3	6,3	8	16,0
	Anlamama	27	56,3	24	48,0	10	20,8	11	22,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Kırılmanın tanımıyla ilgili öğrencilerin kavramsal algıları 13-a maddesiyle belirlenmiştir. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin en fazla anlamama (%37,5-%40) ve yanlış anlama (%33,3-%30) düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir. Son ölçüm sonuçlarından deney grubunda yer alan öğrencilerin ağırlıklı olarak kısmen anlama ve tam anlama düzeylerinde (%37,5-%25), kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise belirli bir yanılgıyla kısmen anlama ve kısmen anlama düzeylerinde (%30-%28) yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında anlamama düzeyinde yer alan K-1 kırılmayı “*bir ışının parlak bir cisme çarpıp geri dönmesidir*” şeklinde tanımlamıştır. Aynı öğrenci son ölçüm sırasında belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde yer alarak soruya “*kırılma homojen bir ortamda ilerleyen ışığın heterojen bir ortama geçerken yön değiştirmesi olayıdır*” cevabını vermiştir.

Ön ölçüm ve son ölçümde öğrencilerin kırılma kanunlarına ilişkin anlama düzeyleri 13-b maddesiyle sorgulanmıştır. Ön ölçüm sonuçlarına göre deney grubundaki öğrenciler en fazla anlamama düzeyinde (%41,7), kontrol grubundaki öğrenciler ise en fazla yanlış anlama düzeyinde (%38) yer almışlardır. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerin kısmen anlama düzeyinde (%43,8), kontrol grubundaki öğrencilerin ise belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde (%46) yoğunlaştıkları Tablo 3.19'dan anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında yanlış anlama düzeyinde yer alan D-47 kırılma kanunlarını “*kırılma sırasında ışığın ortam değiştirmesi*” şeklinde ifade etmiştir. Aynı öğrenci son ölçüm sırasında kısmen anlama düzeyinde yer alarak soruya “*Gelen ışın, yansıyan ışın ve normalin aynı düzlem içerisinde olmasına yansıma kanunu denir*” cevabını vermiştir.

Şekil 3.13'te Optik Başarı Testi'nde yer alan 13. sorunun 13-a ve 13-b maddelerine ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. Son ölçümde K-21 kodlu öğrenci sorunun 13-a maddesine verdiği cevap uyarınca kısmen anlama düzeyinde yer alırken 13-b maddesine verdiği cevabıyla tam anlama düzeyinde yer almıştır.

13. Işığın kırılması olayını ve kırılma kanunlarını açıklayınız?

A. Işığın kırılması olayı: Işık ışınının yoğunluk farkı nedeniyle bir ortama geçerken doğrultu değişmesidir.

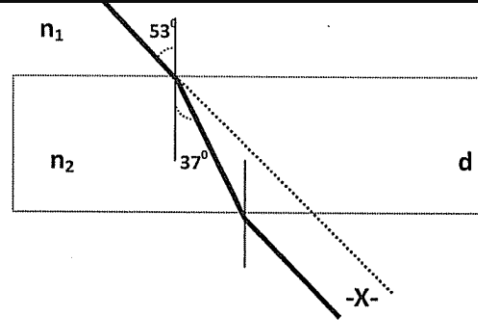
B. Kırılma Kanunları: ① Gelen ışın, kırılan ışın, normal aynı düzlemindedir. ② Birinci ortamın kırıcılık indisıyla gelme açısının çarpımı ikinci ortamın kırıcılık indisıyla kırılma açısının çarpımına eşittir. $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$

Şekil 3.13. On Üçüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

On dördüncü soruda öğrencilerden paralel yüzlü prizmada ışık ışınının geçişi sırasındaki sapma miktarını ve paralel yüzlü prizmanın kırıcılık indisini hesaplamaları istenmiştir. Ön ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerden tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde hiçbir öğrencinin yer almadığı, kontrol grubundaki öğrencilerden de kısmen anlama düzeyinde sadece bir öğrencinin yer aldığı Tablo 3.19'dan anlaşılmaktadır. Son ölçüm sırasında ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak tam anlama (%47,9-%30) ve kısmen anlama (%31,3-%34) düzeylerinde yoğunlaştıkları dikkat çekmektedir. Ön ölçüm sırasında her iki grupta da kısmen anlama düzeyindeki tek kişi olma özelliğine sahip olan K-15 kırıcılık indisini hesaplayabilmesine rağmen sapma miktarıyla ilgili hiçbir hesap ve açıklamada bulunmamıştır. Son ölçüm sırasında ise öğrencilerin snell bağıntısını ve sapma miktarının formülünü yanlış yazmaları hatalı cevaplar vermelerine sebep olmuştur. Ayrıca bazı öğrencilerin bağıntıları doğru yazmalarına rağmen işlem hataları yaptıkları da doğru sonuçlar bulmalarını engellemiştir.

Optik Başarı Testi'ndeki 14. soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.14'te sunulmaktadır. D-43 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca tam anlama düzeyinde yer almıştır.

14. Yandaki şekilde hava ortamından 53° 'lik gelme açısıyla farklı optik yoğunluğa sahip paralel yüzlü ortama giren ışık ışını 37° 'lik kırılma açısıyla ortamda ilerlediğine göre; **Paralel yüzlü ortamın kırılma indisini ve sapma miktarı olan X mesafesini hesaplayınız?** ($n_{\text{hava}}=1$, $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$, $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$, $\sin 16^\circ = 0,28$)



$$\begin{aligned} n_1 \cdot \sin 53^\circ &= n_2 \cdot \sin 37^\circ & \left\{ \begin{aligned} x &= d \cdot \sin (53^\circ - 37^\circ) / \cos 37^\circ \\ x &= 10 \cdot \sin 16^\circ / \cos 37^\circ \\ x &= 10 \cdot 0,28 / 0,8 = 3,5 \end{aligned} \right. \\ 1 \cdot 0,8 &= n_2 \cdot 0,6 \\ n_2 &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$

Şekil 3.14. On Dördüncü Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

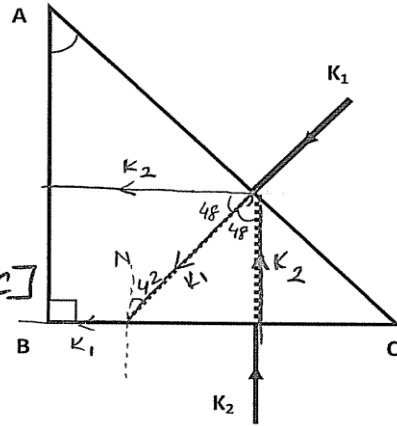
On beşinci soruda öğrencilerin üçgen prizmada ışık ışınlarının aldığı yolu gösterip açısal anlamda hesaplamalar yapmalarına ilişkin anlama düzeyleri belirlenmiştir. Ön ölçüm sonuçlarından deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin yarısına yakınının (%47,9-%48) anlamama düzeyinde yer aldıkları anlaşılmaktadır. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerin ağırlıklı olarak tam anlama düzeyinde (%41,7), kontrol grubundaki öğrencilerin ise en fazla kısmen anlama düzeyinde (%32) yoğunlaştıkları Tablo 3.19'dan anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında anlamama düzeyinde yer alan D-11 “ K_1 ve K_2 ışık ışınlarını kendi üzerinden geri yansıtmış”, D-33 ise “ışık ışınlarının aynaya geçişi sırasında belirli bir açıyla saptıkları” yönünde cevap vermiştir. Son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan D-11 “ışık ışınlarının üçgen prizmaya geçişini gösterebilmesine ve gerekli açısal değeri yazabilmesine rağmen ışık ışınlarının prizmayı terk ediş durumunu yanlış göstererek” bu yönde açıklamalarda bulunmuştur. Benzer olarak D-33 ise “ışığın üçgen prizmaya geçişini göstermesine rağmen çizdiği normaller ile ışınlar arasındaki açısal hesaplamalarda” hata yapmıştır.

Şekil 3.15'te on beşinci soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. K-29 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca tam anlama düzeyinde yer almıştır.

15. K_1 ve K_2 ışık ışınları şekildeki gibi cam prizmayla dik açı yapacak şekilde gönderiliyor.

Işınların izlediği yolu şekil üzerinde çiziniz ve açıklayınız? (BAC açısı 48° , Camdan hava gelecek ışınlar için sınır açısı 42° dir.)

K_1 : 90° ile gelişliği için prizmaya girer [BC] kenarına 42° lik açıyla yansır. Sınır açısı 42° olduğu için cisim yatarak hareketine devam eder.
 K_2 : Sınır açısından büyük bir açıyla gelişliği için yansır.



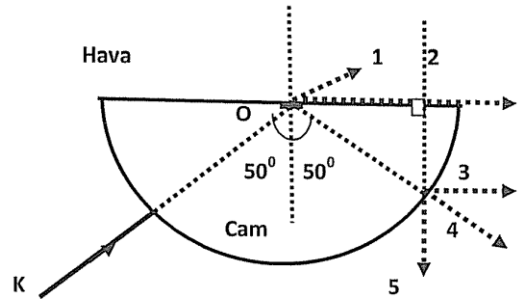
Şekil 3.15. On Beşinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

On altıncı soruda öğrencilerin camdan yapılmış yarım küre şeklindeki cismin dairesel bölgesine gönderilen K ışık ışınının geçişi sırasında aldığı yolu gösterip açısal hesaplamalar yapmaları istenmiştir. Bu soru ile öğrencilerin küresel ortamlarda tam yansıma konusuna ve küresel ortamlarda normal çizimine dair anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerden açısal değerleri dikkate alarak ışık ışınının takip edeceği doğru yolu belirlemeleri istenmiştir. Ön ölçüm sonuçları deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının (%56,3) anlamama düzeyinde yer aldığını, kontrol grubundaki öğrencilerin de yarısına yakınının (%48) aynı düzeyde yer aldıklarını göstermektedir. Son ölçüm sonuçlarından ise deney grubundaki öğrencilerin %20,8'inin ve kontrol grubundaki öğrencilerin ise %22'sinin anlamama düzeyinde yer aldıkları anlaşılmaktadır. Ön ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin büyük bir kısmı soruyu boş bırakmışlardır. Son ölçüm sırasında ise öğrencilerin tam yansıma kuralını soruya aktaramadıkları ve K ışınının cisim terk edişi sırasında aldığı yolu doğru olarak belirtmedikleri göze çarpmaktadır. Örneğin son ölçüm sırasında anlamama düzeyinde yer alan D-20 tam yansımayı ifade edemediğinden dolayı K ışık ışınının 1 numaralı yoldan ilerleyeceğine dair açıklamalarda bulunmuştur.

Optik Başarı Testi'ndeki 16. soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.16'da sunulmaktadır. K-8 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

16. Camdan yapılmış bir yarım küreye şekildeki gibi gelen K ışınının belirtilen yollardan hangisini izlediğini çizim yaparak açıklayınız? (Camdan hava gelecek ışınlar için sınır açısı 42° dir.)

K ışını merkezin geçerek tam yansıma yapar. O yüzden gelen ışın da sınır açısına büyük bir açıyla geldiği için normalin uzağına gider. Kırık Camdır. 3



Şekil 3.16. On Altıncı Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Buraya kadar deney ve kontrol gruplarında gerçekleşen dördüncü denel işlem süreciyle ilgili sorulan sorulara ilişkin öğrencilerin anlama düzeylerinde frekans ve yüzdelik dağılımları sunulmuştur. Ayrıca Tablo 3.19 yorumlanarak sorulara ilişkin gerekli açıklamalarda bulunulmuştur. Buradan sonra ise öğrencilerin toplam puanları; deney grubu ve kontrol grubu ön ölçüm, deney grubu ön ölçüm son ölçüm, kontrol grubu ön ölçüm son ölçüm ve deney grubu ile kontrol grubu son ölçüm dizisinde istatistiksel analizler yapılmıştır. Bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi kullanılarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Optik Başarı Testi'nde yer alan dördüncü denel süreçle ilgili sorulardan toplamda alınabilecek en yüksek puan 20'dir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ön ölçümde 13., 14., 15. ve 16. sorulara ilişkin toplam puanları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.20.'de ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.20. Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	4,12	3,13	96	-0,361	0,719
Kontrol Grubu	50	4,34	2,75			

Dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,12 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,34'tür. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = -0,361$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.21.'de deney grubunda yer alan öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.21. Deney Grubunun Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	P
Ön Ölçüm	48	4,12	3,13	0,818	47	-26,02	0,000
Son Ölçüm	48	13,58	4,32				

Analiz sonuçlarına göre; deney grubunda yer alan 48 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,12 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 13,58'e yükselmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(47)} = -26,02$; $p < ,05$) olduğu için deney grubundaki öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Ayrıca $r = 0,818$ olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.22.'de kontrol grubunda yer alan öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.22. Kontrol Grubunun Dördüncü Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	r	df	t	P
Ön Ölçüm	50	4,34	2,75	0,729	49	-18,427	0,000
Son Ölçüm	50	10,48	3,41				

Analiz sonuçlarına göre; deney grubunda yer alan 50 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 4,34 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 10,48'e yükselmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(49)} = -18,427$; $p < ,05$) olduğu için deney grubundaki öğrencilerin dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Ayrıca $r = 0,729$ olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin dördüncü denel sürece ilişkin toplam puanlarının son ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.23'te son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.23. Deney ve Kontrol Gruplarının Dördüncü Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	13,58	4,32	96	3,95	0,000
Kontrol Grubu	50	10,48	3,41			

Son ölçüm sonuçlarına göre; dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin, deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 13,58 iken, kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 10,48'dir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 3,95$; $p < ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının dördüncü denel süreçle ilgili sorulara ilişkin son ölçüm puanları arasında deney grubu lehine bir artış olduğu görülmektedir.

3.1.5. Beşinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulgular

Beşinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında "Işık ve Renkler" konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bu konuyla ilgili performansların ölçülmesi amacıyla Optik Başarı Testi'nde yer alan 17.,18. ve 19. sorular öğrencilere ön ölçüm ve son ölçüm sırasında yöneltilmiştir. 17. soruda öğrencilerin "Beyaz Işıkın Renklerine Ayrılması" konusuna ilişkin anlama düzeyleri irdelenirken, 18. soruda "Birincil ve İkincil Renkler" konusuna ilişkin anlama düzeyleri sorgulanmıştır. 19. soruda ise öğrencilerin "Işığın Filtrelerden Geçışı" konusuna ilişkin anlama düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin beşinci denel süreçte öğretimi gerçekleştirilen "Işık ve Renkler" konusuna ilişkin anlama düzeyleri frekans ve yüzdelik dağılımları Tablo 3.24.'te sunulmaktadır. İlgili sorulara öğrenci dağılımları ön ölçüm-son ölçüm kategorileri altında deney grubu- kontrol grubu dizisince yapılmıştır.

Tablo 3.24. "Işık ve Renkler" Konusuna İlişkin Öğrenci Dağılımları

Soru No.	Anlama Düzeyi	Ön Ölçüm				Son Ölçüm			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		F	%	F	%	F	%	F	%
17	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	9	18,8	7	14,0
	Kısmen Anlama	1	2,1	5	10,0	14	29,2	9	18,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	7	14,6	9	18,0	12	25,0	17	34,0
	Yanlış Anlama	12	25,0	16	32,0	8	16,7	5	10,0
	Anlamama	28	58,3	20	40,0	5	10,4	12	24,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100
18	Tam Anlama	2	4,2	3	6,0	16	33,3	10	20,0
	Kısmen Anlama	1	2,1	6	12,0	14	29,2	15	30,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	8	16,7	6	12,0	3	6,3	8	16,0
	Yanlış Anlama	13	27,1	9	18,0	9	18,8	8	16,0
	Anlamama	24	50,0	26	52,0	6	12,5	9	18,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Tablo 3.24.'un Devamı

19	Tam Anlama	0	0,0	0	0,0	13	27,1	5	10,0
	Kısmen Anlama	2	4,2	4	8,0	16	33,3	13	26,0
	Belirli Bir Yanılgıyla Kısmen Anlama	13	27,1	6	12,0	9	18,8	19	38,0
	Yanlış Anlama	11	22,9	17	34,0	2	4,2	4	8,0
	Anlamama	22	45,8	23	46,0	8	16,7	9	18,0
	<i>Toplam</i>	48	100	50	100	48	100	50	100

Beşinci denel süreçte öğretimi gerçekleştirilen “Beyaz Işığın Renklerine Ayrılması” konusuyla ilgili öğrencilerin anlama düzeyleri Optik Başarı Testi’ndeki on yedinci soruyla belirlenmiştir. Soruda ince kenarlı bir merceğin asal eksenine paralel gönderilen farklı renklerdeki ışık ışınlarının mercekten geçtikten sonra asal eksenini kesim noktaları (odak noktaları) verilmiştir. Öğrencilerin kırılma indislerini esas alarak ışık ışınlarının renkleriyle ve asal eksenini kestiği noktalarla ilgili anlama düzeylerinin sorgulanması amaçlanmıştır. Ön ölçüm sonuçları deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının anlamama düzeyinde (%58,3) olduğunu göstermektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin ise çok az bir kısmının kısmen anlama düzeyinde (%10) olduğu ön ölçüm sonuçlarından anlaşılmaktadır. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerin en fazla kısmen anlama düzeyinde (%29,2), kontrol grubundaki öğrencilerin ise en fazla (%34) belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde yoğunlaştıkları Tablo 3.24’ten anlaşılmaktadır. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ağırlıklı olarak renklerin kırılma indislerinin büyüklük sıralamalarını karıştırdıkları gözlemlenmiştir. Örneğin, son ölçüm sırasında belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyindeki D-7, “*A ışık ışını sarı renkte ise B mavi ve mor renklerde olabilir*” ve “*Kırılma indislerinin büyüklüklerini temel alırsak F_A ve F_B arasından geçer*” şeklinde soruyu cevaplandırmıştır.

Optik Başarı Testi’ndeki 17. soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.17’de sunulmaktadır. D-7 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

Yukarıdaki şekilde A ve B ışık ışınları ince kenarlı mercekte kırılmaktadır.

- A ışık ışını sarı renkte ise B ışık ışını hangi renk veya renklerde olabilir?
Mavi ve mor renklerde olabilir. Renklerin kırılma indisi bunu gösteriyor
- A ışık ışını turuncu renkte ve B ışık ışını yeşil renkte ise A ışık ışınıyla çakışık olarak ince kenarlı merceğin asal eksenine paralel gönderilen mavi renkteki C ışık ışını asal eksenini nasıl keser?
Kırılma indislerinin büyüklüklerini temel alırsak f_A ile f_B arasında geçer.

Şekil 3.17. On Yedinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

On sekizinci soruda öğrencilerin birincil ve ikincil renkler konusuna ilişkin anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin büyük çoğunluğunun anlamama (%50-%52) düzeyinde yer aldıklarını göstermektedir. Son ölçüm sırasında ise deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun tam anlama (%33,3-%20) ve kısmen anlama (%29,2-%30) düzeylerinde yoğunlaştıkları Tablo 3.24.'ten anlaşılmaktadır. Öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin ağırlıklı olarak mavi ve kırmızı birincil renklerin birleşiminden hangi ikincil rengin oluşacağını bilmemeleri ve tamamlayıcı renkleri karıştırmaları nedeniyle hatalı cevaplar verdikleri gözlemlenmiştir. Ön ölçümde K-14 soruyu boş bırakarak anlamama düzeyinde yer alırken son ölçüm sırasında belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır. Son ölçümde K-14 sorunun birinci kısmını “*Perde de siyah, mavi ve magenta bölgeler oluşur*” diyerek soruyu doğru cevaplandırmıştır. Ancak sorunun ikinci kısmını ise “*sarı, mavi ve magenta renkte bölgeler oluşur*” şeklinde ifade ederek yanlış cevap vermiştir.

Şekil 3.18’de 18. soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı sunulmaktadır. K-14 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

18.

Küresel saydam olmayan cisim önüne noktasal X ve Y ışık kaynakları konmuştur. Başlangıçta karanlık olan ortamda X ve Y ışık kaynaklarıyla ortam aydınlatılıyor.

Buna göre aşağıdaki önermelerin doğruluk durumlarını belirterek gerekli açıklamaları yapınız?

- X ışık kaynağının mavi ve Y ışık kaynağının kırmızı ışık saçmaları durumunda perdede mavi, kırmızı ve karanlık bölgeler oluşur.

Bu önerme doğrudur. Yukarıdaki çizimle görüldüğü gibi birinci bölgelerde mavi+kırmızı=magenta, ikinci bölgelerde mavi, üçüncü bölge ise karanlık olur.

- X ışık kaynağının yeşil ve Y ışık kaynağının magenta ışık saçmaları durumunda perdede sarı mavi ve magenta renkte bölgeler oluşur.

Yanlıştır. Çünkü birinci bölgeler sarı, ikinci bölgeler magenta ve üçüncü bölge ise karanlık olur.

Şekil 3.18. On Sekizinci Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Son soruda öğrencilere beyaz ışık kaynağının önüne yeşil ve mor filtreler yerleştirilerek yeşil filtreden hangi renk ışık ışını geçebileceği ve perdeye hangi renkte ışık ışınlarının ulaşabileceği sorulmuştur. Bu soruya ilişkin ön ölçüm sonuçları on yedinci ve on sekizinci sorulara paralellik göstermektedir. Her iki grupta yer alan öğrencilerin yaklaşık yarısı (%45,8-%46) ön ölçümde anlamama düzeyinde yoğunlaşmıştır. Son ölçüm sırasında deney grubundaki öğrencilerin en fazla kısmen anlama ve tam anlama düzeylerinde (%33,3-%27,1), kontrol grubundaki öğrencilerin ise en fazla belirli bir yanılıyla kısmen anlama ve kısmen anlama düzeylerinde (%38-%26) yoğunlaştıkları Tablo 3.24’ten anlaşılmaktadır. Belirli bir yanılıyla kısmen anlama ve yanlış anlama düzeylerinde yer alan öğrencilerin genel anlamda filtrelerden spesifik olarak hangi renklerin geçebileceğini tam olarak bilmedikleri tespit edilmiştir. Son ölçümde belirli bir

yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer alan K-50 sorunun ilk kısmını “yeşil filtreden kırmızı yeşil mavi ve mor renkteki ışık ışınları geçer” şeklinde cevaplandırmıştır. Aynı öğrenci sorunun ikinci kısmını ise “Mor filtreden mavi ve mor renkler geçer bundan dolayı gözlemci perdede mavi ve mor renkler görür” şeklinde cevaplandırmıştır.

Optik Başarı Testi’ndeki 19. soruya ilişkin örnek öğrenci cevabı Şekil 3.19’da sunulmaktadır. K-50 kodlu öğrenci son ölçümde soruya verdiği cevap uyarınca belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeyinde yer almıştır.

Yukarıdaki Filtre deneyi ile ilgili olarak;

- Yeşil filtreden hangi renk ışık ışınları geçebilir?
...kırmızı yeşil mavi ve mor renkteki ışık ışınları geçer...
- Perdeye bakan gözlemci perde de hangi renk ışık ışınlarını görür?
...Mor filtreden mavi ve mor renkler geçer bundan dolayı gözlemci perdede mavi ve mor renkler görür

Şekil 3.19. On Dokuzuncu Soruya İlişkin Örnek Öğrenci Cevabı

Buraya kadar, deney ve kontrol gruplarında gerçekleşen beşinci denel işlem süreciyle ilgili sorulara ilişkin öğrencilerin anlama düzeylerinde frekans ve yüzdelik dağılımları gösterilmiştir. Bu bağlamda, oluşturulan tablo yorumlanarak sorulara ilişkin gerekli açıklamalarda bulunulmuştur. Ayrıca, örnek öğrenci cevaplarıyla yorumlar desteklenmiştir. Buradan sonra ise öğrencilerin toplam puanları; deney grubu ve kontrol grubu ön ölçüm, deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm, kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm ve deney grubu ile kontrol grubu son ölçüm dizisince istatistiksel analizler yapılmıştır. Analizler, bağımlı gruplar t-testi ve bağımsız gruplar t-testi ile gerçekleştirilmiştir. Optik Başarı Testi’ndeki beşinci denel süreçle ilgili sorulardan toplamda alınabilecek en yüksek puan 12’dir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin 17.,18. ve 19. sorulara ilişkin toplam puanlarının ön ölçüm sonuçları bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Tablo 3.25.'de ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.25. Deney ve Kontrol Gruplarının Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	2,33	2,53	96	-0,75	0,454
Kontrol Grubu	50	2,68	2,00			

Son denel süreçle ilgili sorularda ilişkin deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 2,33 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 2,68'dir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = -0,75$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.26.'da deney grubunda yer alan öğrencilerin beşinci denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.26. Deney Grubunun Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	48	2,33	2,53	0,753	47	-14,34	0,000
Son Ölçüm	48	6,77	3,25				

Analiz sonuçlarına göre; deney grubunda yer alan 48 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 2,33 iken, son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 6,77'ye yükselmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(47)} = -14,34$; $p < ,05$) olduğu için deney grubundaki öğrencilerin beşinci

denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Ayrıca, $r=0,753$ olması ön ölçümde toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçümde de toplam puanının yüksek; ön ölçümde toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçümde de toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.27.'de kontrol grubunda yer alan öğrencilerin beşinci denel süreçle ilgili ön ölçüm ve son ölçümde aldıkları toplam puanların bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.27. Kontrol Grubunun Beşinci Denel Sürece İlişkin Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	50	2,68	2,00	0,783	49	-13,19	0,000
Son Ölçüm	50	5,94	2,79				

Kontrol grubunda yer alan 50 öğrencinin ön ölçüm sırasındaki toplam puanlarının aritmetik ortalaması 2,68 iken son ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 5,94'e yükselmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(49)} = -13,19$; $p < ,05$) olduğu için kontrol grubundaki öğrencilerin beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin ön ölçüm puanları arasında anlamlı bir artış görülmektedir. Ayrıca $r=0,783$ olması ön ölçüm toplam puanı yüksek olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının yüksek; ön ölçüm toplam puanı düşük olan öğrencinin son ölçüm toplam puanının düşük olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin beşinci denel sürece ilişkin toplam puanlarının son ölçüm sonuçlarını bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Tablo 3.28.'te son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aldıkları toplam puanların bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.28. Deney ve Kontrol Gruplarının Beşinci Denel Sürece İlişkin Son Ölçüm Toplam Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	6,77	3,25	96	1,357	0,025
Kontrol Grubu	50	5,94	2,79			

Son ölçüm sonuçlarına göre; beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 6,77 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 5,94 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 1,357$; $p < 0,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının beşinci denel süreçle ilgili sorulara ilişkin son ölçüm toplam puanları arasında deney grubu lehine çok az da olsa bir artış olduğunu göstermektedir.

Buraya kadar olan kısımda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Optik Başarı Testi'ne ilişkin başarı düzeyleri denel süreçler uyarınca sunulmuştur. Buradan sonra ise yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen ve geleneksel laboratuvar uygulamalarına dayalı denel süreçlerin öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkisine ilişkin bulgular sunulacaktır.

3.2. Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı ve geleneksel öğretime dayalı laboratuvar aktivitelerinin öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumlarının belirlenmesi amacıyla deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilere Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Bu bölümde ön ölçüm ve son ölçüm sırasında öğrencilere yöneltilen tutum ölçeğinden elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumları denel işlemlerden önce ve denel işlemlerden sonra ölçülmüştür. Ön ölçüm ile her iki gruptaki öğrencilerin başlangıçtaki fizik laboratuvarına olan tutumları belirlenmiştir. Gerçekleştirilen denel işlemlerden sonra öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumlarında herhangi bir değişikliğin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ölçüm sırasındaki fizik laboratuvarına olan tutumları

ve son ölçüm sırasındaki fizik laboratuvarına olan tutumları bağımsız gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Her bir gruptaki öğrencilerin tutumlarının gelişim düzeyleri ise ön ölçüm ve son ölçüm dizisinde bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.29.'da Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği'nin ön ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aritmetik ortalamalarının bağımsız gruplar t-testi ile karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.29. Deney ve Kontrol Gruplarının FLTÖ Ön Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	2,83	0,37	96	1,03	0,305
Kontrol Grubu	50	2,74	0,42			

Tablo 3.29 incelendiğinde, deneysel çalışma öncesinde, deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 2,83 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalamasının 2,74 olduğu görülmektedir. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 1,03$; $p > ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının ön ölçümde fizik laboratuvarına olan tutumları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 3.30.'da deney grubundaki öğrencilerin Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği'nin ön ölçüm ve son ölçüm sonuçlarından elde edilen aritmetik ortalamaları bağımlı gruplar t-testi uyarınca karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.30. Deney Grubunun FLTÖ Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	48	2,83	0,37	0,574	47	-14,08	0,000
Son Ölçüm	48	3,91	0,44				

Analiz sonuçlarına göre; deney grubundaki öğrencilerin ön ölçümde aritmetik ortalamaları 2,83 iken, son ölçümde aritmetik ortalamaları 3,91'e yükselmiştir. Bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(47)} = -14,08$; $p < ,05$) deney grubu öğrencilerinin Fizik Laboratuvarı

Tutum Ölçeği ortalamalarındaki deneysel işlemler sonrasındaki tutum artışı anlamlı düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.31.'de kontrol grubundaki öğrencilerin Fizik Laboratuar Tutum Ölçeği'nin ön ölçüm ve son ölçüm sonuçlarından elde edilen aritmetik ortalamaları bağımlı gruplar t-testi uyarınca sunulmaktadır.

Tablo 3.31. Kontrol Grubunun FLTÖ Ön Ölçüm ve Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	ss	r	df	t	p
Ön Ölçüm	50	2,74	0,42	0,541	49	-12,43	0,000
Son Ölçüm	50	3,59	0,48				

Tablo 3.31 incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin ön ölçüm sırasındaki aritmetik ortalamaları 2,74 iken son ölçüm sırasında aritmetik ortalamaları 3,59'a yükselmiştir. Bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(49)} = -12,43$; $p < ,05$) deney grubu öğrencilerinin Fizik Laboratuvarı Tutum Ölçeği ortalamalarındaki deneysel işlemler sonrasındaki artış anlamlı düzeydedir.

Tablo 3.32.'de Fizik Laboratuar Tutum Ölçeği'nin son ölçüm sonucunda deney ve kontrol gruplarının aritmetik ortalamaları bağımsız gruplar t-testi uyarınca karşılaştırılması sunulmaktadır.

Tablo 3.32. Deney ve Kontrol Gruplarının FLTÖ Son Ölçüm Puanlarına İlişkin Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	ss	df	t	p
Deney Grubu	48	3,91	0,44	96	2,48	0,014
Kontrol Grubu	50	3,59	0,48			

Tablo 3.32. incelendiğinde, deneysel çalışma öncesinde, deney grubundaki 48 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 3,91 ve kontrol gruplarında yer alan 50 öğrencinin toplam puanlarının aritmetik ortalaması 3,59 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler üzerinden yapılan bağımsız gruplar t-testi sonucu ($t_{(96)} = 2,48$; $p < ,05$) olduğu için deney ve kontrol gruplarının son ölçümde fizik laboratuvarına olan tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Çalışmada, Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında geometrik optik konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak öğretim materyalleri geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, tasarlanan materyallerle gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin ve geleneksel laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkisi araştırılmıştır.

Bu bölümde, çalışma sırasında elde edilen bulgular araştırmanın alt amaçları dikkate alınarak yorumlanmıştır. Tartışma, denel işlemler öncesinde ve sonrasında deney ve kontrol gruplarında uygulanan veri toplama araçlarına uygun olarak yapılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen bulguların tartışması; Optik Başarı Testi'nden elde edilen bulguların tartışması ve Fizik Laboratuvar Tutum Ölçeği'nden elde edilen bulguların tartışması şeklinde iki üst kategoriye ayrıştırılıp ilgili literatürle desteklenerek yorumlanmıştır.

4.1. Optik Başarı Testinden Elde Edilen Bulguların Tartışması

Çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla veri toplama aracı olarak ön ölçüm ve son ölçüm sırasında Optik Başarı Testi kullanılmıştır. Optik Başarı Testi'nden elde edilen bulgular denel işlemler dizisince ilgili olduğu konuya göre ayrıştırılıp sunulmuştur. Bu bölümde Optik Başarı Testi'nden elde edilen bulgular denel işlemler alt kategorilerinde tartışılmıştır. Dolayısıyla, her bir denel süreçte optik başarı testinde elde edilen bulguların tartışılması alt kategoriler halinde gerçekleştirilip ilgili literatürlerle desteklenerek yorumlanmıştır.

4.1.1 Birinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması

Birinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple Optik Başarı Testi'nde yer alan 1., 2., 3. ve 4. sorular deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere yöneltilmiştir. Bu alt kategoride, öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden bu soruların her birinden elde edilen bulguların tartışması sunulmuştur. Daha sonra ise genel

anlamda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin nitel anlama düzeylerine ve nicel olarak hesaplanan başarı seviyelerine dair bulgular tartışılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının yansıma olayına ve yansıma kanunlarına ilişkin anlama düzeyleri Optik Başarı Testi'nde yer alan 1. soru ile belirlenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları bazı öğretmen adaylarının yansıma olayını tanımlamakta zorlandıklarını göstermektedir (Tablo 3.1, s.61). Bu durumun öğretmen adaylarının ışığın doğası konusuna hakim olmamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim birçok çalışmada (Osborne vd., 1993; Akdeniz, Yıldız ve Yiğit, 2001; Cansüngü Koray ve Bal, 2002; Yeşilyurt vd., 2005; Kara, Erduran Avcı ve Çekbaş, 2008; Şahin, İpek ve Ayas, 2008) öğrencilerin ışığın doğasına ilişkin yanlış algılara sahip oldukları ve bu bilimsel olmayan düşüncelerin optik konularında birçok kavram yanılgısına neden olabileceği vurgulanmıştır. Birçok öğretmen adayının yansıma kanunlarına dair bilimsel olmayan düşüncelere sahip olduğu da Tablo 3.1.'den anlaşılmaktadır. Yansıma kanunlarına ilişkin yanlış cevapların ağırlıklı olarak; fazla, eksik veya hatalı açıklamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Şekil 3.1'deki örnek öğrenci cevabı bu durumu destekler niteliktedir (s.63). Akdeniz, Yıldız ve Yiğit (2001) benzer sonuçlara ulaşarak öğrencilerin yansıma kanunları konusunda düşük anlama düzeyinde yer aldıklarını tespit etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının düzgün ve dağınık yansıma konularına ilişkin anlama düzeyleri Optik Başarı Testinde yer alan 2. soru ile belirlenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki birçok öğretmen adayının düşük anlama düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir (Tablo 3.1, s.61). Öğretmen adaylarının konuyla ilgili en fazla yanılgıya düştükleri noktalar; düzgün ve dağınık yansımanın şeklini yanlış, eksik veya hatalı çizimlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Özellikle düzgün ve dağınık yansımayla ilgili yapmış oldukları çizimlerde yansımanın elemanlarını tam olarak göstermemeleri ve buna dair hatalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu konuda Saxena (1991) öğrencilerin yansıma kanunlarını bilmelerine rağmen ışığın normale eşit açılar yapacak şekilde yansıması durumunu cevaplarına yansıtmakta güçlük çektiklerini belirtmiştir. Ayrıca, bazı öğretmen adayları cevaplarında pürüzlü yüzeyden yansıyan ışığın yüzeyden doğrusal bir şekilde değil de eğri bir şekilde ayrıldığı yönünde çizimler yapmışlardır. Şekil 3.2'deki örnek öğrenci cevabı bu durumu desteklemektedir (s.64). Birçok çalışmada (Saxena, 1991; Akdeniz, Yıldız, Yiğit, 2001; Hubber, 2005; Yıldırım Benli, 2010)

öğrencilerin ışığın farklı yüzeylerdeki davranışını ayırt etmekte zorlandıkları tespit edilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının düzlem aynada görüş alanı konusuna ilişkin anlama düzeyleri 3. soru ile belirlenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki birçok öğretmen adayının düşük anlama düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir (Tablo 3.2, s.65). Epik vd. (2002) bu durumun öğrencilerin gerçek hayattaki görüş alanı kavramıyla geometrik optik derslerinde kastedilen görüş alanı kavramını karıştırmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Düzlem aynada görüş alanı konusunda öğretmen adaylarının genel anlamda soruda istenilen çizimi tam veya doğru yapamadıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, öğretmen adaylarının soruyu yansıma olayı ve yansıma kanunlarıyla bağdaştırarak açıklayamadıkları da Şekil 3.3'teki örnek öğrenci cevabından anlaşılmaktadır (s.66). Literatürde yer alan birçok çalışmada (Chen, Lin ve Lin 2002; Epik vd. 2002; Kutluay, 2005; Hubber, 2005; Aydın, 2007; Anıl ve Küçüközer, 2010) da öğrencilerin düzlem aynada görüş alanı konusunu yansıma olayı ve yansıma kanunlarıyla bağdaştıramamaları nedeniyle düşük anlama seviyelerinde yer aldıkları tespit edilmiştir.

Düzlem aynada görüntü ve özellikleri konusuna ilişkin öğretmen adaylarının anlama düzeyleri Optik Başarı Testi'nde yer alan 4. soru ile belirlenmiştir. Bu sorudan elde edilen bulgular bazı öğretmen adaylarının bir takım yanılgılara sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 3.2, s.65). Bu öğretmen adaylarının genel anlamda görüntünün sanal veya gerçek oluşu, düzlem aynada görüntünün yeri, görüntünün ters ya da düz oluşu ve görüntünün boyu ile ilgili kavramsal hatalara yönelmeleri sebebiyle soruyu doğru yanıtlayamadıkları tespit edilmiştir. Şekil 3.4'teki örnek öğrenci cevabı da bu durumu destekler niteliktedir (s.67). Alptekin ve Yılmaz (2007) öğrencilerin soyut ve somut kavramlar arasında ilişki kuramamalarının bu yanılgılara yönelmelerine neden olduğunu savunmaktadır. Öğrencilerin, düzlem aynada görüntü ve özellikleri konusuna ilişkin zorluk çektikleri benzer durumlar birçok çalışmada (Chen, Lin ve Lin, 2002; Hubber, 2005; Andersson ve Bach, 2005; Kutluay, 2005; Kocakülal, 2006; Alptekin ve Yılmaz, 2007; Blizak, Chafiqi ve Kendil, 2009; Anıl ve Küçüközer, 2010) da tespit edilmiştir.

Birinci denel süreçle ilgili sorulardan ön ölçümde elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak anlamama ve yanlış anlama düzeylerinde olduklarını göstermektedir. Son ölçümden elde edilen bulgular genel anlamda deney grubundaki öğretmen adaylarının tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde,

kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ise kısmen anlama ve belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir. Dolayısıyla, son ölçüm sonuçlarından her iki gruptaki öğretmen adaylarının anlama düzeylerinde ön ölçüme nazaran belirgin bir artışın meydana geldiği anlaşılmaktadır. Nitekim Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'teki bağımlı gruplar t-testi sonuçları da bu durumu desteklemektedir (s.69). Ancak yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen materyalle öğretim sürecinin gerçekleştiği deney grubunun, geleneksel laboratuvar uygulamaları uyarınca öğretimin gerçekleştiği kontrol grubuna nispeten daha fazla başarılı olduğu bulgulardan anlaşılmaktadır. İlgili denel süreçte gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçları ($t_{(96)}=3,75$; $p<,05$) da belirtilen durumları destekler niteliktedir. Bu bağlamda, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyalinin öğretim süreci sonunda öğrencilerin “Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü” konularına ilişkin başarılarına pozitif anlamda daha fazla etkilediği söylenebilir. Optik öğretimiyle ilgili bazı çalışmalarda (Galili ve Hazan, 2000; Tao, 2004; Hubber, 2005; Kaya Şengören, 2006; Kocakulah, 2006; Buty ve Mortimer 2008; Caner, 2009; Pektaş vd., 2009; Tekos ve Solomonidou, 2009; Eshach, 2010; Yıldırım Benli, 2010; Martinez vd., 2011) da yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı farklı öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim süreçlerinin geleneksel uygulamalardan daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

1.2 İkinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması

İkinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Küresel Aynalarda Özel Işımlar ve Küresel Aynalarda Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Optik Başarı Testinde yer alan 5.,6.,7. ve 8. sorular deney ve kontrol gruplarına yöneltilmiştir. Bu alt kategoride, öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere bu soruların uygulanması sonucunda elde edilen bulguların tartışması sunulmuştur. Akabinde ise genel anlamda denel süreçte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin nitel anlama düzeylerine ve nicel olarak hesaplanan başarı seviyelerine dair bulgular tartışılmıştır.

“Küresel Aynalarda Özel Işımlar” konusunda öğretmen adaylarının başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Optik Başarı Testinde 5. ve 6. sorulara yer verilmiştir. Bu sorulardan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının “Küresel Aynalarda Özel Işımlar” konusuna ilişkin birtakım yanılılara sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 3.7, s.71). Bu yanılıların öğretmen adaylarının konuya ilişkin

kuralları yanlış ifade etmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Şekil 3.5. ve Şekil 3.6'daki son ölçüme dair örnek öğrenci cevapları da bu durumu destekler niteliktedir (s.72-73). Yerli literatürde yer alan bazı çalışmalarda (Kocakulah, 2006; Aydın, 2007; Yılmaz, 2010) da öğrencilerin “Küresel Aynalarda Özel Işımlar” konusuna ilişkin kuralları eksik veya yanlış ifade ettikleri tespit edilmiştir. Özellikle son ölçüm sırasında öğretmen adaylarının sahip oldukları yanlışların, edinmeleri gereken kazanımları deneyler sırasında pasif kalarak önemsemeyip ezberleme yoluna gitmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Airasian ve Walsh (1997) öğrencilerin aktif olarak öğretim sürecine dahil olmaları durumunda konuları daha iyi öğreneceklerini vurgulamışlardır.

“Küresel Aynalarda Görüntü” konusuna ilişkin öğretmen adaylarının başarı düzeyleri Optik Başarı Testi'nde yer alan 7. ve 8. sorularla belirlenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları öğretmen adaylarının bu konuya ilişkin anlama düzeylerinin “Küresel Aynalarda Özel Işımlar” konusuna nazaran daha düşük olduğunu göstermektedir (Tablo 3.7, s.71; Tablo 3.8, s.74). Öğretmen adaylarının bu sorulara ilişkin yapmış oldukları hatalar genel anlamda küresel aynaların asal eksenleri üzerine farklı noktalarda yerleştirilen cisimlerin görüntülerinin konumu, boyu, sanal-gerçek oluşuyla ilgilidir. Şekil 3.7. ve Şekil 3.8.'de gösterilen örnek öğrenci cevapları da bu durumu destekler niteliktedir (s.75-76). Literatürde yer alan birçok çalışmada (Galili ve Hazan, 2000; Epik vd., 2002; Kocakulah, 2006; Aydın, 2007; Yıldırım Benli, 2010; Yılmaz, 2010) da öğrencilerin konuyla ilgili olarak benzer noktalarda kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Küresel aynalarda görüntü konusuna ilişkin öğretmen adaylarının konular arasında bilgi transferi ve bağdaştırma yapamamalarının başarısızlığı tetiklediği düşünülmektedir. Nitekim Kara, Kanlı ve Yağbasan (2003) bu durumu destekleyen ifadelerde bulunmuşlardır.

İkinci denel süreçle ilgili sorulardan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön ölçüm sırasında ağırlıklı olarak anlamama ve yanlış anlama düzeylerinde yer aldıklarını göstermektedir (Tablo 3.7, s.71; Tablo 3.8, s.74). Denel sürece ilişkin deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön ölçüm toplam puanları arasında istatistiksel anlamda bir farkın olmadığı da ön ölçüm bağımsız gruplar t-testi sonuçlarından ($t_{(96)} = 0,88$; $p > ,05$) anlaşılmaktadır (s.76). Son ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının Küresel aynalarda görüntü konusuna nispeten Küresel aynalarda özel ışınlar konusunda daha başarılı oldukları Tablo 3.7. ve Tablo 3.8'den anlaşılmaktadır. Son ölçüm sırasında deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının başarı düzeylerinde az da olsa anlamlı bir artışın olduğu da bağımlı

gruplar t-testi sonuçlarından anlaşılmaktadır (s.78). Başarı düzeylerindeki artışın az olmasının sebebinin öğretmen adaylarının konuya ilişkin ön bilgilerinin zayıf olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Köseoğlu ve Kavlak (2001) çalışmalarında ön bilgilerin yeni bilgiyi yapılandırmada hayati öneme sahip olduklarını belirtmektedir. Buna paralel olarak son ölçüm sırasında yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyaliyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin, geleneksel laboratuvar uygulamaları uyarınca gerçekleştirilen öğretim sürecinden daha fazla etkili olduğu göze çarpmaktadır (Tablo 3.12, s.79). Bu bağlamda, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak yürütülen denel süreçte öğrencilerin grup çalışmalarında daha koordineli çalışmalarını deney grubundaki artışı tetiklediği söylenebilir. Şekil 2.5.’teki yansıtıcı yazı örneği de bu durumu destekler niteliktedir (s.47). Arslan (2007) yapılandırmacı öğrenme kuramının öğrencilerin grup çalışmalarında daha koordineli çalışmalarına olanak sağladığını ifade etmiştir.

4.1.3 Üçüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması

Üçüncü denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Merceklerde Özel Işıklar ve Merceklerde Görüntü” konularının öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, optik başarı testinde yer alan 9.,10.,11. ve 12. sorular deney ve kontrol gruplarına yöneltilmiştir. Bu alt kategoride, öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden bu soruların yoluyla elde edilen bulguların tartışması sunulmuştur. Akabinde ise genel anlamda denel süreçte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin nitel anlama düzeylerine ve nicel olarak hesaplanan başarı seviyelerine dair bulgular tartışılmıştır.

“Merceklerde Özel Işıklar” konusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarında yer alan öğretmen adaylarının başarı düzeyleri 9. ve 10. sorularla belirlenmiştir. Bu sorulardan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının “Merceklerde Özel Işıklar” konusunda birtakım bilimsel olmayan cevaplar verdikleri yönündedir (Tablo 3.13, s.80). Şekil 3.9. ve Şekil 3.10’daki örnek öğrenci cevaplarından öğretmen adaylarının konuya ilişkin bazı kuralları doğru bir şekilde cevaplarına yansıtamadıkları görülmektedir (s.81-82). Literatürde optik öğretimiyle ilgili yapılan birçok çalışmada da (Singh ve Butter, 1990; Tao, 2004; Kocakulah, 2006; Aydın, 2007; Yılmaz) öğrencilerin merceklerde özel ışıklar konusuna ilişkin kuralları eksik veya yanlış ifade ettikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının konuya verdikleri eksik cevapların konuyu tam anlamıyla bilmemelerinden, yanlış

ifadelerin ise optik aletleri ve optik konularını karıştırmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Palacios, Cazorla ve Cervantes (1989) geometrik optik ile ilgili birçok kavramın birbiriyle karıştırıldığını ve bu durumun öğrenmeyi zorlaştırdığını belirtmişlerdir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının merceklede görüntü konusuna ilişkin başarı düzeyleri 11. ve 12. sorularla belirlenmiştir. Ön ölçüm ve son ölçüm sonuçları deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarından birçoğunun “Merceklede Görüntü” konusunda düşük anlama düzeylerine yoğunlaştıklarını göstermektedir (Tablo 3.14, s.83). Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adayları bu sorulara ilişkin genel anlamda merceklerin asal eksenleri üzerinde farklı noktalara yerleştirilen cisimlerin görüntülerinin konumu, boyu, sanal-gerçek oluşuyla ilgili hatalar yaptıkları tespit edilmiştir. Örnek öğrenci cevapları da bu durumu destekler niteliktedir (Şekil 3.11, s.84; Şekil 3.12, s.85). Birçok çalışmada (Singh ve Butter, 1990; Tao, 2004; Kocakulah, 2006; Aydın, 2007; Yılmaz, 2010) da öğrencilerin benzer yanılgılara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin konular arasında bilgi transferi yapamadıklarından ve optik öğretimi sırasında konu üzerinde yeterince durulmadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Alptekin ve Yılmaz (2007) öğretim programlarında optik öğretimine yeterli sürenin ayrılmadığını bu durumun ise konuların derinlemesine işlenmesini engellediğini vurgulanmıştır.

Üçüncü denel süreçle ilgili sorulardan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön ölçüm sırasında ağırlıklı olarak anlamama ve yanlış anlama düzeylerinde olduklarını göstermektedir (Tablo 3.13, s.80; Tablo 3.14, s.83). Deney ve kontrol gruplarının üçüncü denel sürece ilişkin ön ölçüm toplam puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgular ($t_{(96)} = -0,667$; $p > ,05$) başlangıçta grupların homojen olduklarını göstermektedir (Tablo 3.15, s.86). Son ölçüm sonuçları öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak tam anlama, kısmen anlama ve belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir (Tablo 3.13, s.80; Tablo 3.14, s.83). Deney ve kontrol gruplarının üçüncü denel sürece ilişkin ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgular öğretmen adaylarının başarı düzeylerinde anlamlı bir artışın olduğunu göstermektedir (s.87). Ancak, son ölçüm sırasında yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyaliyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin, geleneksel laboratuvar uygulamaları uyarınca gerçekleştirilen öğretim sürecinden daha fazla

etkili olduğu son ölçüm bağımsız gruplar t-testi sonuçlarından ($t_{(96)} = 1,69$; $p < ,05$) anlaşılmaktadır (s.88). Başarı düzeylerindeki anlamlılığın deney grubu lehine olmasının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve devinişsel niteliklerinin gelişiminde geleneksel yaklaşımından daha fazla etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum optik öğretimine yönelik yapılan birçok çalışmada (Buty ve Mortimer 2008; Caner, 2009; Pektaş vd., 2009; Tekos ve Solomonidou, 2009; Eshach, 2010; Yıldırım Benli, 2010; Martinez vd., 2011) ulaşılan sonuçlarla örtüşmektedir.

4.1.4. Dördüncü Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması

Dördüncü denel süreçte deney ve kontrol gruplarında “Işığın kırılması” konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, optik başarı testinde yer alan 13., 14., 15. ve 16. sorular deney ve kontrol gruplarına yöneltilmiştir. Bu alt kategoride, öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden bu soruların yoluyla elde edilen bulguların tartışması sunulmuştur. Daha sonra ise genel anlamda denel süreçte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin nitel anlama düzeylerine ve nicel olarak hesaplanan başarı seviyelerine dair bulgular tartışılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının kırılma olayına ve kırılma kanunlarına ilişkin anlama düzeyleri 13. soruyla belirlenmiştir. Sorudan elde edilen bulgular bazı öğretmen adaylarının kırılma olayının tanımını yapmakta zorlandıklarını göstermektedir (Tablo 3.19, s.89-90). Bu durumun öğretmen adaylarının yansıma ve kırılma olaylarını karıştırmalarından ve ışığın doğasını tam olarak bilmediklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. K-1 kodlu öğrencinin cevabı da bu durumu desteklemektedir (s. 90). Benzer olarak Palacios, Cazorla ve Cervantes (1989) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin yansıma ve kırılma olaylarını karıştırdıklarını tespit etmiştir. Öğretmen adaylarının kırılma kanunlarına ilişkin bilimsel olmayan algılara sahip oldukları da bu sorudan elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır (Tablo 3.19). Kırılma kanunlarına ilişkin hataların genel anlamda; fazla, eksik veya yanlış açıklamalardan kaynaklandığı söylenebilir. D-47 kodlu öğrencinin ön ölçüm ve son ölçüm sırasındaki cevapları bu durumlara örnek teşkil etmektedir (s.90).

Öğretmen adaylarının ışık ışınının paralel yüzlü prizmadan geçişi sırasındaki sapma miktarı ve paralel yüzlü prizmanın kırıcılık indisinin hesaplanmasına yönelik başarı düzeyleri 14. soruyla belirlenmiştir. Sorudan elde edilen bulgular özellikle ön ölçüm sırasında öğretmen adaylarının soruyu cevaplandırmakta zorlandıklarını göstermektedir (Tablo 3.19). Ön ölçüm ve son ölçüm sırasında öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin yapmış oldukları hatalar; snell bağıntısını eksik veya yanlış yazmalarından, sapma miktarı formülünü eksik veya yanlış yazmalarından ve yanlış hesaplamalar yapmalarından kaynaklanmaktadır. Nitekim Kara, Kanlı ve Yağbasan (2003) öğretmen adaylarının matematik ve geometri becerilerini optik konularına aktarmakta güçlük çektiklerini belirtmişlerdir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ışık ışınlarının üçgen ve dairesel prizmalardan geçişi sırasında izledikleri yolların belirlenmesine yönelik anlama düzeyleri 15. ve 16. sorularla belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının bu sorulara ilişkin yapmış oldukları hatalar; normal çizimini yapamamaları, açısal hesaplamaları yanlış yapmaları ve sınır açısının ışık ışınlarının hareketini nasıl etkilediği bilmemeleri ile ilgilidir. Örnek öğrenci cevapları bu durumları destekler niteliktedir (s.93-94). Birçok çalışmada (Palacios, Cazorla ve Cervantes, 1989; Singh ve Butter, 1990; Saxena, 1991; Akdeniz, Yıldız ve Yiğit, 2001; Andersson ve Bach, 2005; Hubber, 2005; Blizak, Chafiqi ve Kendil, 2009; Yıldırım Benli, 2010) da benzer sonuçlara ulaşılarak öğrencilerin ışık ışınlarının farklı ortamlardaki davranışını belirlemede zorlandıkları tespit edilmiştir. Andersson ve Bach (2005) bu durumun öğretime yeterli sürenin ayrılmamasından kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Dördüncü denel süreçle ilgili sorulardan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ön ölçüm sırasında ağırlıklı olarak anlamama düzeyinde yoğunlaştıklarını göstermektedir (Tablo 3.19). Deney ve kontrol gruplarının dördüncü denel sürece ilişkin ön ölçüm toplam puanlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucu elde edilen bulgular ($t_{(96)} = -0,361$; $p > ,05$) başlangıçta grupların homojen olduklarını göstermektedir. Son ölçüm sonuçlarından deney grubundaki öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ise kısmen anlama ve belirli bir yanılıyla kısmen anlama düzeylerinde yer aldıkları anlaşılmaktadır (Tablo 3.19). Deney grubu ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının bağımlı gruplar t-testi sonucu ($t_{(47)} = -26,02$; $p < ,05$) ile kontrol grubu ön ölçüm ve son ölçüm toplam puanlarının bağımlı gruplar t-testi sonucu

($t_{(49)} = -18,427$; $p < ,05$) deney ve kontrol gruplarının ön ölçüme nazaran başarı düzeylerinde anlamlı bir artışın olduğunu göstermektedir. Ancak, son ölçüm sırasında yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak tasarlanan öğretim materyaliyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin, geleneksel laboratuvar uygulamaları uyarınca gerçekleştirilen öğretim sürecinden daha fazla etkili olduğu son ölçüm bağımsız gruplar t-testi sonuçlarından ($t_{(96)} = 3,95$; $p < ,05$) anlaşılmaktadır. Başarı düzeylerindeki anlamlılığın deney grubu lehine olmasının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve devinişsel niteliklerinin gelişiminde geleneksel yaklaşımdan daha fazla etkili olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Optik öğretimine yönelik yapılan birçok çalışmada (Kaya Şengören, 2006; Kocakulah, 2006; Buty ve Mortimer 2008; Kaçan, 2008; Caner, 2009; Pektaş vd., 2009; Tekos ve Solomonidou, 2009; Eshach, 2010; Yıldırım Benli, 2010; Martinez vd., 2011) benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

4.1.5. Beşinci Denel Süreçle İlgili Sorulardan Elde Edilen Bulguların Tartışması

Beşinci denel süreçte deney ve kontrol gruplarında "Işık ve Renkler" konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Optik Başarı Testinde yer alan 17.,18. ve 19. sorular deney ve kontrol gruplarına yöneltilmiştir. Bu alt kategoride, öncelikle deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerden bu sorular yoluyla elde edilen bulguların tartışması sunulmuştur. Daha sonra genel anlamda denel süreçte deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin nitel anlama düzeylerine ve nicel olarak hesaplanan başarı seviyelerine dair bulgular tartışılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının "Beyaz Işığın Renklerine Ayrılması" konusuyla ilgili öğrencilerin anlama düzeyleri Optik Başarı Testi'ndeki 17. soru ile belirlenmiştir. Bu sorudan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının konuya ilişkin bir takım yanılgılara sahip olduklarını göstermektedir (Tablo 3.24, s.97-98). Bu durumun öğretmen adaylarının genel anlamda renklerin kırılma indislerinin büyüklük sıralamalarını karıştırmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 3.17'deki örnek öğrenci cevabı da bu durumu desteklemektedir (s.99). Öğrencilerin renk oluşumu olayına ilişkin elde edilen yanılgılar Galili ve Hazan (2000) çalışmalarıyla uyusmaktadır.

Öğretmen adaylarının “Birincil ve İkincil Renkler” konusundaki anlama düzeyleri Optik Başarı Testindeki 18. soru ile irdelenmiştir. Sorudan elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının genel anlamda birincil renklerinin birleşiminden hangi ikincil renklerin oluşabileceğini ve tamamlayıcı renkleri bilmediklerini göstermektedir. Şekil 3.18’deki örnek öğrenci cevabı bu durumu destekler niteliktedir (s.100). Kocakulah (2006) çalışmasında benzer ifadelerde bulunarak öğrencilerin renk karışımı konusunda kavramsal düzeyde oldukça fazla sorun yaşadıklarını belirtmiş ve öğrencilerin bu konuda daha fazla alıştırmaya ve gözlem yapmalarını gerektiğini vurgulamıştır.

Işık ışınlarının renkli filtrelerden geçişi konusuna ilişkin öğretmen adaylarının başarı düzeyleri Optik Başarı Testinde yer alan 19. soruyla belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının bu soruda yapmış oldukları hatalar genel anlamda hangi renkteki filtreden hangi renkteki ışık ışınlarının geçebileceğini bilmemeleri veya karıştırmalarından kaynaklanmaktadır. Şekil 3.19’deki örnek öğrenci cevabı da bu durumu destekler niteliktedir (s.101). Saxena (1991) ışık ışınlarının renkli filtrelerden geçişi konusunda öğrencilerin düşük anlama düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, bu hataların öğretmen adaylarının günlük hayatta yaşadıkları deneyimlerden kaynaklandığı söylenebilir. Optik öğretime yönelik yapılan birçok çalışmada öğrencilerin günlük hayatta yaşadıkları deneyimlerden kaynaklı kavram yanılgılarına sahip oldukları (Akdeniz, Yıldız ve Yiğit, 2001; Colin ve Viennot, 2001; Cansüngü Koray ve Bal, 2002; Colin, Chauvet ve Viennot, 2002; Epik vd., 2002; Kara, Kanlı ve Yağbasan, 2003; Heywood; 2005; Ayvacı ve Devocioğlu, 2006) ifade edilmiştir.

Beşinci denel süreçle ilgili sorulardan ön ölçümde elde edilen bulgular deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak anlamama düzeyinde olduklarını göstermektedir (Tablo 3.24, s.97-98). Son ölçümden elde edilen bulgular genel anlamda deney grubundaki öğretmen adaylarının tam anlama ve kısmen anlama düzeylerinde, kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının ise kısmen anlama ve belirli bir yanılgıyla kısmen anlama düzeylerinde yoğunlaştıklarını göstermektedir. Dolayısıyla, son ölçüm sonuçlarından her iki gruptaki öğretmen adaylarının anlama düzeylerinde ön ölçüme nazaran belirgin bir artışın meydana geldiği söylenebilir. Nitekim Tablo 3.26 ve Tablo 3.27’deki bağımlı gruplar t-testi sonuçları da bu durumu desteklemektedir (s.102-103). Ancak yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen materyalle öğretim sürecinin gerçekleştiği deney grubunun, geleneksel laboratuvar uygulamaları uyarınca öğretimin gerçekleştiği kontrol grubuna nispeten daha fazla başarılı olduğu bulgulardan

anlaşılmaktadır. İlgili denel süreçte gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçlarından elde edilen bulgular ($t_{(96)} = 1,357$; $p < 0,05$) da belirtilen durumları destekler niteliktedir. Bu bağlamda, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyalinin öğretim süreci sonunda öğrencilerin “Işık ve Renkler” konularına ilişkin başarılarına pozitif anlamda daha fazla etkilediği söylenebilir. Optik öğretimine yönelik birçok çalışmada (Kaya Şengören, 2006; Kocakulah, 2006; Kaçan, 2008; Buty ve Mortimer 2008; Caner, 2009; Pektaş vd., 2009; Yıldırım Benli, 2010) yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin geleneksel uygulamalardan daha fazla etkili olduğu yer almaktadır.

4.2. Fizik Laboratuar Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Bulguların Tartışması

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarının belirlenmesi amacıyla ön ölçüm ve son ölçüm sırasında öğretmen adaylarına Fizik Laboratuar Tutum Ölçeği yöneltilmiştir. Ön ölçüm sonuçlarıyla grupların fizik laboratuar tutumları açısından homojen olup olmadıkları tespit edilmiştir. Son ölçüm sonuçlarıyla ise deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının fizik laboratuvara olan tutumlarındaki gelişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ön ölçüm bağımsız gruplar t-testi sonuçları ($t_{(49)} = -12,43$; $p < 0,05$) deney ve kontrol gruplarının fizik laboratuvarına olan tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön ölçüm ve son ölçüm bağımlı gruplar t-testi sonuçlarından ($t_{(47)} = -14,08$; $p < 0,05$) deney grubundaki öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarında pozitif anlamda bir gelişme olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön ölçüm ve son ölçüm bağımlı gruplar t-testi sonuçları ($t_{(49)} = -12,43$; $p < 0,05$) da kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarında pozitif bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Ancak deney ve kontrol grupları son ölçüm bağımsız gruplar t-testi sonuçları ($t_{(96)} = 2,48$; $p < 0,05$) deney ve kontrol gruplarının son ölçümde fizik laboratuvarına olan tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen materyallerle öğretim sürecinin gerçekleştiği deney grubunun Fizik laboratuvarına olan tutumları, geleneksel laboratuar uygulamaları uyarınca öğretimin gerçekleştiği kontrol grubunun fizik laboratuvarına olan tutumlarını pozitif anlamda daha fazla etkilediği söylenebilir. Açışlı ve Turgut (2011)

yapılandırmacı öğrenme modeline dayalı olarak geliştirdikleri deney föylerinin öğrencilerin fizik laboratuvarına olan tutumlarını geleneksel laboratuvar uygulamalarından daha fazla geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, geometrik optik konularının öğretimine yönelik yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan ders materyallerinin Genel Fizik Laboratuvar III dersi kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Yapılandırmacı öğrenme kuramı uyarınca geliştirilen öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim süreci öğretmen adaylarının akademik başarılarına geleneksel laboratuvar uygulamalarından daha fazla katkıda bulunmuştur.
2. Yapılandırmacı öğrenme kuramı uyarınca geliştirilen öğretim materyalleriyle gerçekleştirilen öğretim sürecinin öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına olan tutumlarını olumlu anlamda geleneksel laboratuvar uygulamalarından daha fazla etkilediği tespit edilmiştir.
3. Çalışmada, öğretmen adaylarının geometrik optik konularında güçlük çektikleri bazı noktalar tespit edilmiştir.
 - Öğretmen adayları “ışığın yansımaları”, “düzgün ve dağınık yansıma”, “düzlem aynada görüş alanı” ve “düzlem aynada görüntü” konularında;
 - ✓ Işığın yansımaları olayını ifade etmekte güçlük çekebilmektedirler.
 - ✓ Yansıma kanunlarına ilişkin; eksik veya hatalı cevaplar verebilmektedirler.
 - ✓ Düzgün ve dağınık yansıma olaylarında yansımanın elemanlarını çizimlerine aktarmakta zorlanabilmektedirler.
 - ✓ Düzlem aynada görüş alanı konusunu yansıma olayı ve yansıma kanunlarıyla bağdaştırmakta güçlük çekebilmektedirler.
 - ✓ Düzlem aynada görüntünün sanal veya gerçek oluşu, görüntünün ters ya da düz oluşu, görüntünün yeri ve görüntünün boyu ile ilgili yanlış algılara sahip olabilmektedirler.
 - Öğretmen adayları, “küresel aynalarda özel ışınlar” ve “küresel aynalarda görüntü” konularında;
 - ✓ Küresel aynalarda özel ışınlar konusuna ilişkin kuralları eksik veya yanlış ifade edebilmektedirler. Bu kuralları birbirleriyle karıştırabilmektedirler.

- ✓ Küresel aynaların asal eksenleri üzerine yerleştirilen cisimlerin görüntülerinin boyu, konumu, sanal veya gerçek oluşunu ifade etmekte güçlük çekebilmektedirler.
- Öğretmen adayları, “merceklerde özel ışınlar” ve “merceklerde görüntü” konularında;
 - ✓ Merceklerde özel ışınlar konusuna ilişkin kuralları eksik veya yanlış ifade edebilmektedirler. Bu kuralları birbirleriyle karıştırabilmektedirler.
 - ✓ Merceklerin asal eksenleri üzerine yerleştirilen cisimlerin görüntülerinin boyu, konumu, sanal veya gerçek oluşunu ifade etmekte güçlük çekebilmektedirler.
- Öğretmen adayları, “ışığın kırılması”, “kırılma kanunları” ve “ışık ışınlarının prizmalardan geçişi konularında;
 - ✓ Işığın kırılması olayını ifade etmekte güçlük çekebilmektedirler.
 - ✓ Kırılma kanunlarına ilişkin eksik veya hatalı cevaplar verebilmektedirler.
 - ✓ Işık ışınlarının prizmalardan geçişiyle ilgili olarak; normal çiziminde, açısal hesaplamalarda, sınır açısının etkisini soruya aktarmada zorlanabilmektedirler.
- Öğretmen adayları, “beyaz ışığın renklerine ayrılması”, “birincil ve ikincil renkler”, “ışık ışınlarının renkli filtrelerden geçişi” konularında;
 - ✓ Renklerin kırılma indislerinin büyüklük sıralamasını karıştırabilmektedirler.
 - ✓ Birincil renklerin birleşiminden hangi ikincil renklerin oluşabileceğini ve tamamlayıcı renkleri yanlış ifade edebilmektedirler.
 - ✓ Renk filtrelerinden hangi renkte ışık ışınlarının geçebileceğini karıştırabilmektedirler.
- Bu sonuçlara ek olarak öğretmen adayları genel anlamada;
 - ✓ Optik aletlerini karıştırabilmektedirler.
 - ✓ Matematik ve geometri becerilerini optik konularına aktarmakta güçlük çekebilmektedirler.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde öncelikle çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak genel bazı öneriler sunulmuştur. Daha sonra ise araştırmacının kendi deneyimleri ve bu alanda çalışacak diğer araştırmacılara yönelik öneriler sunulmuştur.

6.1. Çalışmanın Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Çalışmada yapılandırmacı öğrenme kuramının laboratuvar derslerinde kullanımının öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve fizik laboratuvarına olan tutumlarını olumlu anlamda etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda Fizik Laboratuvar dersleri yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun şekilde yürütülmelidir.
2. Genel Fizik Laboratuvarı III dersi kapsamında optik konularına ilişkin öğretmen adaylarının öğrenme güçlüğü çektikleri noktalar belirlenmeli ve bu öğrenme güçlüklerinin giderilmesine yönelik olarak laboratuvar uygulamaları yürütülmelidir.
3. Kimya ve biyoloji gibi diğer laboratuvar derslerinde de yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak öğretim materyalleri geliştirilmeli ve laboratuvar uygulamaları yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun bir şekilde yürütülmelidir.

6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Önerileri

1. Bütün optik konularına ilişkin kavram yanlışları spesifik anlamda tespit edilmelidir.
2. Farklı öğretim seviyelerindeki öğrencilerin optik konularına ilişkin kavram yanlışlarının nedenleri araştırılarak gerekli önleyici tedbirler alınmalıdır.
3. Genel Fizik Laboratuvarı III derslerinde öğretim sürecinin sistemli bir şekilde yürütülmesi ve müfredatta yer alan optik konularının öğretilmesi açısından laboratuvar derslerinde deney dışı etkinliklere de yer verilmelidir.

4. Fizik laboratuvar dersleri sadece öğrencilerin deney yapma becerilerini geliştirmeye yönelik olmamalı öğrencilerin özgün deneyler geliştirilmelerine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.
5. Optik konuları öğrencilerin derslerde öğrendikleri konuları günlük hayatta karşılaşmaları muhtemel durumlarla ilişkilendirmeleri açısından farklı disiplinlerle bütünleştirilerek işlenmelidir.

7. KAYNAKLAR

- AAAS., 1993. American Association For The Advancement Of Science, Project 2061: Benchmarks For Science Literacy, New York: Oxford University Press.
- Abraham., M.R., Gryzyboeski, E.B., Renner, J.W. ve Marek, A.E, 1992. Understanding and Misunderstanding Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching, 29, 105-120.
- Açışlı, S. ve Turgut, Ü., 2011. The Examination Of The Influence Of The Materials Generated In Compliance With 5E Learning Model On Physics Laboratory Applications, International Online Journal Of Educational Sciences, 3(2), 532-593.
- Airasian, P.W. ve Walsh, M.E., 1997. Constructivist cautions. Phi Delta Kappan,78, 444-449.
- Akdeniz, A.R., Yıldız, İ. ve Yiğit, N., 2001. İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık Ünitesindeki Kavram Yanılgıları, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(20),72-78.
- Akpınar, E. Ve Ergin, Ö., 2005. Yapılandırmacı Kuramda Fen Öğretmeninin Rolü, İlköğretim-Online, 4(2), 55-64.
- Alptekin, S. ve Yılmaz, A., 2007. Optik Konusunun 9. Sınıf Müfredatına Alınmasının Öğrenci Başarısına Etkisi, Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(1), 157-165.
- Andersson, B. ve Bach, F., 2005. On Designing And Evaluating Teaching Sequences Taking Geometrical Optics As An Example, Science Education, 89(2), 196-218.
- 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.
- Arı, E. ve Bayram, H., 2011. Yapılandırmacı Yaklaşım ve Öğrenme Stilllerinin Laboratuar Uygulamalarında Başarı ve Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisi, İlköğretim Online, 10(1), 311-324.
- Arslan, M., 2007. Constructivist Approaches in Education, Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences, 40(1), 41-61.
- Aydın, S., 2007. Geometrik Optik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavramsal Değişim Metinleri ile Giderilmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Ayvacı, H. Ş., ve Devecioğlu, Y., 2006. Kavram Haritasının Fen Bilgisi Başarısına Etkisi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ayvacı, H.Ş., 2007. Bilimin Doğasının Sınıf Öğretmeni Adaylarına Kütle Çekim Konusu İçerisinde Farklı Yaklaşımlarla Öğretilmesine Yönelik Bir Çalışma, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ayvacı, H.Ş., Çekbaş, Y., Değirmenci, S., Erdemir, M., Kara, M. ve Toprak, Ş., 2010. Genel Fizik ve Teknolojinin Bilimsel İlkeleri, Pagem Akademi Yayınları, Ankara.
- Ayvacı, H.Ş., Çekbaş, Y., Değirmenci, S., Erdemir, M., Kara, M. ve Toprak, Ş., 2011. Genel Fizik ve Teknolojinin Bilimsel İlkeleri: Problem Çözümleri. Pagem Akademi Yayınları, 2. Baskı, Ankara.
- Bahadır, H., 2007. Bilimsel Yöntem Sürecine Dayalı İlköğretim Fen Eğitiminin Bilimsel Süreç Becerilerine, Tutuma, Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Bakırcı, H., 2005. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fizik, Kimya ve Biyoloji Branşlarına Karşı Tutumlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Bekiroğlu, F.O.,2004. Klasik ve Alternatif Ölçme-Değerlendirme yöntemleri ve fizikte uygulamalar. Nobel Yayınları. 1. Basım, Ankara.
- Berg, B.L., 2001. Qualitative Research Methods For Social Sciences. 4th. Edition, Boston: Allyn And Bacon.
- Blizak, D., Chafiqi, F. ve Kendil, D., 2009. Students Misconceptions about Light in Algeria. Education and Training in Optics and Photonics. Optical Society of America, Retrieved from, www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=ETOP-2009-EMA5
- Bodner, G. M., 1986. Constructivism: A Theory of Knowledge, Journal of Chemical Education, 63(10), 873-878.
- Böyük,U., Demir, S. ve Erol, M., 2010. Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Laboratuar Çalışmalarına Yönelik Yeterlilik Görüşlerinin Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi, Türk Bilim Araştırma Vakfı Dergisi, 3(4), 342-349.
- Brooks, J. G. ve Brooks, M. G., 1993. In Search for Understanding The Case for Constructivist Classrooms. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Buty, C. ve Mortimer E.F., 2008. Dialogic/Authoritative Discourse and Modelling in a High School Teaching Sequence on Optics, International Journal of Science Education, 30(12), 1635-1660.

- Büyüköztürk, Ş., 2010. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum, Pagem Akademi Yayınları, 12. Baskı, Ankara.
- Campbel, D.T. ve Stanley, J.C., 1963. Experimental And Quasi-Experimental Design for Research on Teaching, In NL. Gage (Ed), Handbook Of Research On Teaching, Chicago: Rand, McNally.
- Caner, F., 2009. Öğrencilerin Optik Konularını Öğrenmelerinde Bilgisayara Dayalı Laboratuvar Teknolojisinin Rolü, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cansüngü Koray, Ö. ve Bal, Ş., 2002. İlköğretim 5. ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Işığın Hızı İle İlgili Yanlış Kavramları ve Bu Kavramları Oluşturma Şekilleri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1). 1-11.
- Chen, C. C., Lin H. S. ve Lin M. L., 2002. Developing A Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding The Formation of Images by Plane Mirror, Proceedings of The National Science Council, Part D. 12 (3), 106-121.
- Chu, H.-E., Treagust, D.F. ve Chandrasegaran, A.L., 2009. A Stratified Study of Students' Understanding of Basic Optics Concepts in Different Contexts Using Two-Tier Multiple-Choice Items, Research in Science & Technological Education, 27(3), 253-265.
- Colin, P. ve Viennot, L., 2001. Using Two Models in Optics: Students' Difficulties and Suggestions for Teaching, American Journal of Physics, 69 (7), 36-44.
- Colin, P., Chauvet, F. ve Viennot, L., 2002. Reading Images in Optics: Students' Difficulties and Teachers Views, International Journal of Science Education, 24 (3), 313-332.
- Cook, T.D. ve Campbell, D.T., 1979. Quasi-Experimentation: Design and Analysis for Field Settings, Chicago, ILL: Rand McNally.
- Çalık, M., 2006. Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Göre Lise 1 Çözümler Konusunda Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması. Yayımlanmış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çepni, S. ve Ayvacı, H.Ş., 2006. Laboratuvar Destekli Fen ve Teknoloji Öğretimi. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi. Pegema Yayıncılık, 5. Baskı. Ankara.
- Çepni S., Ayvacı H.Ş., Bacanak A., 2009. Bilim Teknoloji Toplum ve Sosyal Değişim, Genişletilmiş 4. Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S., 2010. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Geliştirilmiş 5. Baskı, Trabzon: Celepler Matbaacılık.

- Demirelli H.,2003. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayalı Bir Laboratuar Aktivitesi: Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodu, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(2), 161-170.
- Ekiz, D., 2003. Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş: Nitel Nicel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Epik, Ö., Kalem, R., Kavcar, N. ve Çallica H., 2002. ‘Işık’, ‘Görüntü Oluşumu’ ve ‘Görüntü Gözlenmesi’ Kavramları Hakkında Öğrenci Görüşlerinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 14: 64-73.
- Er Nas, S., 2008. Isının Yayılma Yolları Konusunda 5E Modelinin Derinleştirme Aşamasına Yönelik Geliştirilen Materyallerin Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eshach, H., 2010. An Analysis of Conceptual Flow Patterns and Structures in The Physics Classroom, International Journal Of Science Education, 2(4), 451-477.
- Ginns, I.S. ve Watters, J.J., 1995, An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students, Journal of Research in Science Teaching, 32(2), 205-222.
- Galili, I. ve Lavrik, V., 1998. Flux Concept in Learning About Light: A Critique of the Present Situation, Science Education, 82 (5), 591-613.
- Galili, I. ve Hazan, A., 2000. Learners’ Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis, Journal of Research in Science Teaching, 22 (1), 57-88.
- Harlen, W., 2000. Teaching Learning Assessing Science, Üçüncü Basım, London: Paul Chapman Publishing Co.
- Harris, K., Marcus, R., McLaren, K. ve Fey, J. 2001. Curriculum Materials Supporting Problem-Based Teaching, School Science & Mathematics, 101(6), 310-318.
- Heywood, D.S., 2005. Primary Trainee Teachers’ Learning and Teaching About Light: Some Pedagogic Implications for İnitial Teacher Training, International Journal of Science Education, 27(12), 1447-1475.
- Hubber, P., 2005. Explorations Of Year 10 Students’ Conceptual Change During Instruction, Asia-Pacific Forum On Science Learning And Teaching, 6(1),1-27.
- Kaçan, B. 2008. Işık Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Tespiti Ve Giderilmesine Yönelik Uygulamalar, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kara, İ., Erduran Avcı, D. ve Çekbaş, Y., 2008. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık Kavramı ile İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(16).46-57.

- Kara, M., Kanlı, U. ve Yağbasan, R., 2003. Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Işık ve Optik İle ilgili Anlamakta Zorluk Çektikleri Kavramların Tespiti ve Sebepleri, www.dhgm.meb.gov.tr/yayimler/dergiler/Milli_Egitim?Dergisi/158/kara.htm, Erişim Tarihi: 14. Ocak. 2012.
- Kaya Şengören, S., 2006. Optik Dersi Işıқта Girişim Ve Kırınım Konularının Etkinlik Temelli Öğretimi: İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kocakulah, A., 2006. Geleneksel Öğretimin İlk, Orta Ve Yükseköğretim Öğrencilerinin Görüntü Oluşumu ve Renklere İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi, Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Köseoğlu, F. ve Kavak, N., 2001. Fen Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşım. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21 (1), 139-148.
- Kutluay, Y., 2005. 11. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Optik Hakkındaki Kavram Yanılgılarını Ölçen Üç-Aşamalı Test Geliştirme, Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Mann, M. ve Treagust, F. D., 2010. Students' Conceptions About Energy and The Human Body, Science Education International, 21, (3) 144-159.
- Martin, D.J., 1997. Elementary Science Methods: A Constructive Approach, New York: Delmar Publishers.
- Martinez, G., Naranjo, F.L., Perez, A.L., Suero, M.I. ve Pardo, P.J., 2011. Comparative Study Of The Effectiveness Of Three Learning Environments: Hyper- Realistic Virtual Simulations, Traditional Schematic Simulations And Traditional Laboratory. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 7(2), 020111-1- 020111-12.
- Matthews, M.R., 2002. Constructivism and Science Education: A Futher Appraisal, Journal of Science and Technology, 11(2), 121-134.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2004. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi: Öğretim Programı ve Klavuzu (4- 5. Sınıflar), Ankara Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- MEB Talim Ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2008. İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu 6-7-8. Sınıflar, Ankara Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Mzoughi, T., Herring, S.D., Foley, J.T., Morris, M.J. ve Gilbert, P.J., 2007. WebTop: A 3D interactive system for teaching and learning optics, Computers & Education, 49(1), 110-129.

- Nuhoğlu, H., 2004. Fen Bilgisi Öğretiminde Öğrenme Halkası Modelinin Uygulandığı Fizik Laboratuvarı Çalışmalarının Öğrenci Başarısına Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Nuhoğlu, H. ve Yalçın, N., 2004. Fizik Laboratuvarına Yönelik Bir Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Öğretmen Adaylarının Fizik Laboratuvarına Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(2), 317–327.
- Olympiou, G. ve Zacharia Z.C., 2010. Implementing A Blended Combination Of Physical And Virtual Laboratory Manipulatives To Enhance Students' Learning Through Experimentation In The Domain Of Light And Color, The Journal On Education, Informatics And Cybernetics, 2(1), 1-5.
- Osborne, J. F., Black, P., Meadows, J.ve Smith, M., 1993. Young Children's (7-11) ideas about light and their development, International Journal of Science Education, 15 (1), 83-93.
- Özdemir, O., 2010. Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Fen Okuryazarlığının Durumu, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7(3), 42-56.
- Özkaynak, M., 2008. Öğrencilerin Optik ve Madde Konusunu Günlük Hayata Uyarlayabilmelerinde Kişilik Rolünün ve Akademik Değişkenlerin Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Palacios, F. J. P., Cazorla, F. N. ve Cervantes, A., 1989. Misconceptions on Geometric Optics and Their Association with Relevant Educational Variables, International Journal of Science Education, 11 (3), 273-286.
- Pektaş, H.M., Çelik, H., Katrancı, M. ve Köse, S., 2009. 5. Sınıflarda Ses ve Işık Ünitesinin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(2). 649-658.
- Raftopoulos, A., Kalyfommatou, N. ve Constantinou, P. C., 2005. The Properties and The Nature of Light: The Study of Newton's Work and The Teaching of Optics, Science & Education, 14 (7-8), 649-673.
- Raune, J.M., 2005. Essentials of Research Methods: A Guide to Social Science Research. Blackwell Publishing.
- Sarı, M., 2011. İlköğretim Fen ve Teknoloji Derslerinin Öğretiminde Laboratuvarların Yeri ve Basit Araç Gereçlerle Yapılan Fen Deneyleri Konusunda Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin Değerlendirilmesi, 2nd International Conference on New Trends in Education and Their İmplications, Antalya.
- Saxena, A. B., 1991. The Understanding of The Properties of Light by Students in India, International Journal of Science Education, 13 (3), 283-289.

- Shadish, W.R., Cook, T.D. ve Campbell, D.T., 2002. *Experimental And Quasiexperimental Designs for Generalized Causal İnference*, New York: Houghton Mifflin.
- Singh, A. ve Butler, H. B., 1990. Refraction: Conceptions and Knowledge Structure, International Journal of Science Education, 12 (4), 429-442.
- Singh, K., 2007. *Quantitative Social Research Methods*, New Delhi: Sage Publications.
- Şahin, Ç., İpek, H. ve Ayas, A., 2008. Students' Understanding of Light Concepts Primary School: A Cross-Age Study. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 9(1),7.
- Taber, K.S., 2000. Chemistry Lessons For Universities: A Review of Constructivist Ideas, University Chemistry Education, 4(2), 63-72.
- Tao, P. K., 2004. Developing Understanding of İmage Formation by Lenses Through Collaborative Learning Mediated by Multimedia Computer-Assisted Learning Programs, International Journal of Science Education, 26 (10), 1171-1197.
- Tekos, G. ve Solomonidou, C., 2009. Constructivist Learning And Teaching Of Optics Concepts Using ICT Tools İn Greek Primary School: A Pilot Study. Journal Of Science Education And Technology,18(5), 415-428.
- Tharenou, P., Donohue, R. ve Cooper, B., 2007. *Management Research Methods*, New York: Cambridge University Press.
- Töman, U., 2011. Enerji ve Enerji ile ilgili Kavramların Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- White, R. ve Gunstone, R., 1992. *Probing Understanding*, The Falmer Press, London.
- Yeşilyurt, M., 2003. Yükseköğretim Temel Fizik Laboratuvar Uygulamalarında Bütünleştirici Yaklaşım, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yeşilyurt, M., Bayraktar, Ş., Kan, S. ve Orak, S., 2005. İlköğretim Öğrencilerinin Işık Kavramı ile ilgili Düşünceleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(1). 1-24.
- Yıldırım Benli, A., 2010. Geometrik Optik Konularında Soruşturma Temelli Öğrenim Yaklaşımına Uygun Hazırlanmış Etkinliklerin İşbirlikçi Öğrenme Ortamına Uygulanmasının Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- 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, Erzurum.

EKLER

Ek 1: Optik Başarı Testi

1. Işığın yansıması olayını ve yansıma kanunlarını açıklayınız?

A. Işığın yansıması olayı:

.....

B. Yansıma Kanunları:

.....

2. Düzgün ve dağınık yansımayı yazı ve çizim yöntemleriyle açıklayınız?

Çizim Alanı

A. Düzgün yansıma:

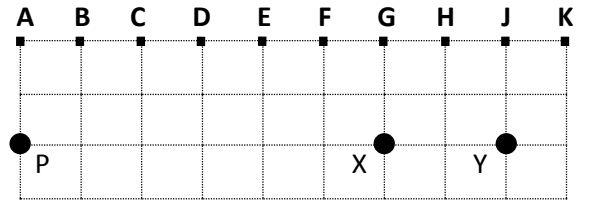
.....

B. Dağınık yansıma:

.....

3. P Noktasından bakan bir kişi A-K doğrultusundaki düzlem aynaya bakarak ancak X-Y cisimlerinin arasını görebilmektedir.

Buna göre düzlem ayna hangi noktalar arasındadır? Şekil üzerinde çizim yaparak gerekli açıklamalarda bulununuz.



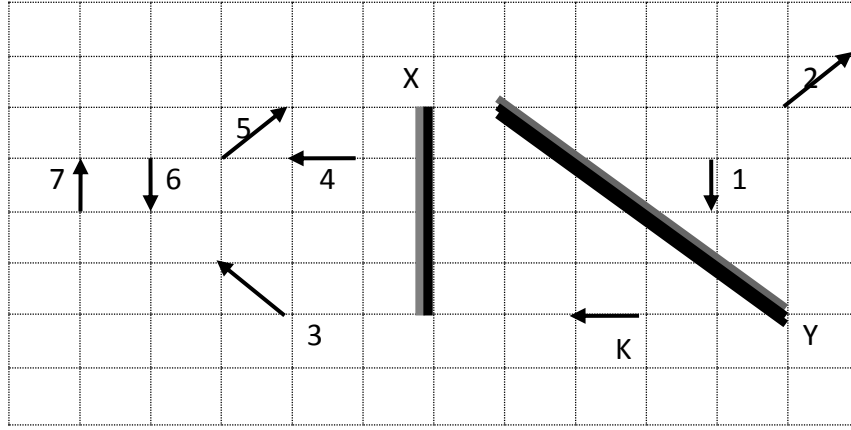
.....

.....

.....

.....

4.



K cisminden çıkan ışınlar önce Y sonra X düzlem aynalarından yansımaktadır. Bu ışınlar X aynasından yansıdıktan sonra meydana gelen **görüntüyü bulunuz ve oluşan görüntünün özelliklerini açıklayınız?** (Sanal-gerçek, büyük-küçük, ters-düz)

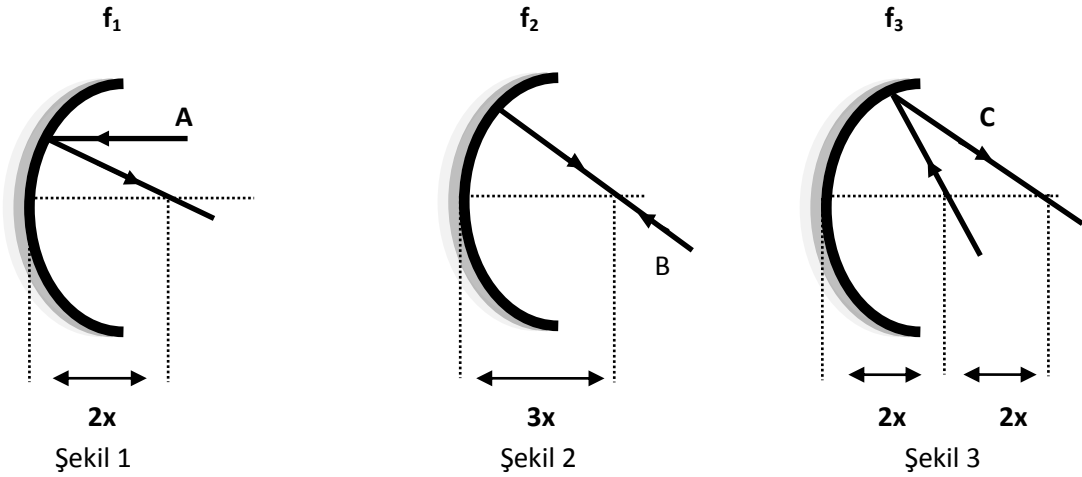
.....

.....

.....

.....

5.



Odak uzaklıkları f_1 , f_2 ve f_3 olan aynalara gönderilen A, B ve C ışınlarının izlediği yollar yukarıdaki şekillerdeki gibidir. Buna göre f_1 , f_2 ve f_3 uzaklıklarının büyüklüklerini sıralayınız. Gerekli açıklamaları yapınız.

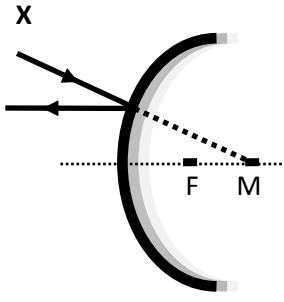
.....

.....

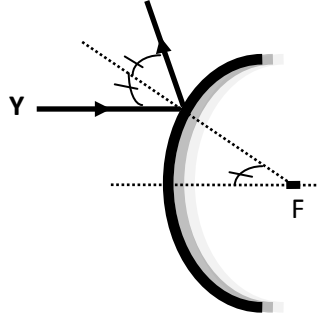
.....

.....

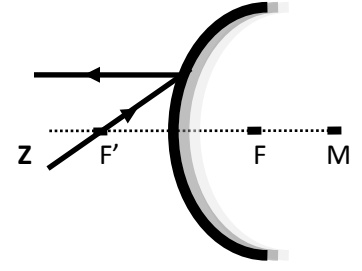
6.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

Tümsek aynalara gönderilen X, Y ve Z ışık ışıklarının yansımaları yukarıdaki şekillerde gösterilmiştir. **Buna göre X,Y ve Z ışık ışıklarının izledikleri yolların doğruluk durumlarını belirtip yanlış olanlar hakkında nasıl bir yol izlemeleri gerektiğine ilişkin açıklamalar yapınız?**

X:

.....

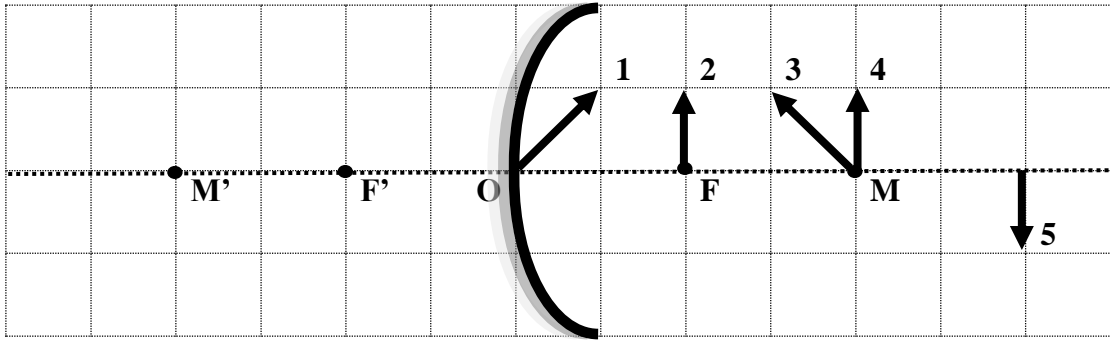
Y:

.....

Z:

.....

7. Eşit büyüklükteki bölümlere ayrılmış olan düzleme yerleştirilen 1,2,3,4,5 kodlu cisimlerin odağı F, merkezi M olan çukur aynada oluşan görüntüleriyle ilgili **gerekli çizim ve açıklamaları yapınız?** (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Çizimlerde cisimlerin görüntüsünü **1'** şeklinde gösteriniz)



1':

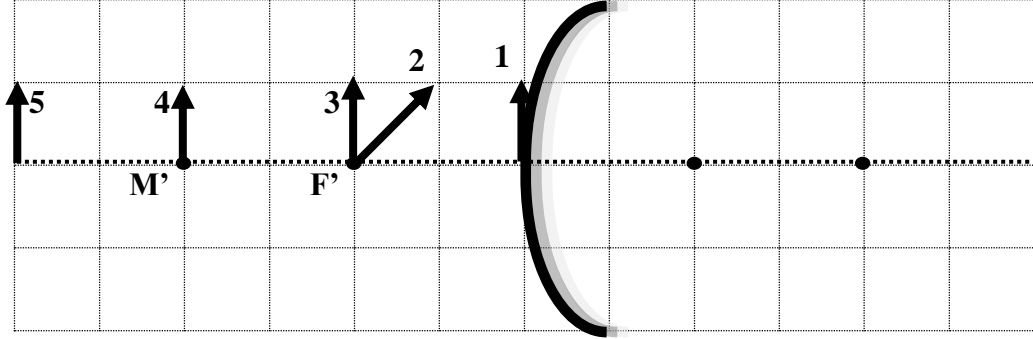
2':

3':

4':

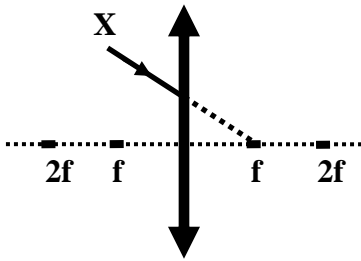
5':

8. Eşit büyüklükteki bölümlere ayrılmış olan düzleme yerleştirilen 1,2,3,4,5 kodlu cisimlerin odağı F, merkezi M olan tümsek aynada oluşan görüntülerini **şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?** (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Çizimlerde cisimlerin görüntüsünü **1'** şeklinde gösteriniz)

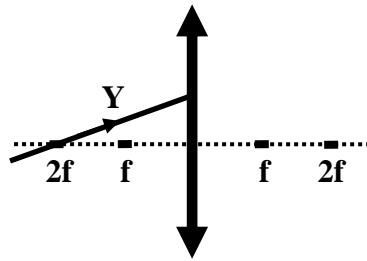


- 1':
- 2':
- 3':
- 4':
- 5':

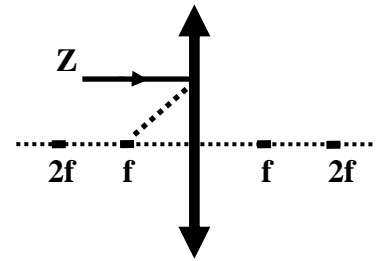
9.



Şekil 1



Şekil 2

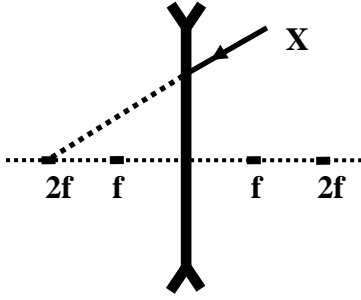


Şekil 3

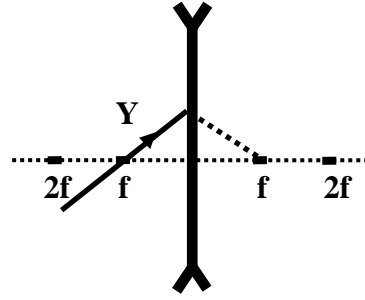
Yukarıdaki şekillerde İnce kenarlı merceklerle X, Y ve Z ışık ışınları gönderilmiştir. **X, Y ve Z ışık ışınlarının ince kenarlı merceklerle ulaştıktan sonra izledikleri yolları şekiller üzerinde çizerek yapmış olduğunuz çizimlerle ilgili gerekli açıklamaları yapınız.**

- X:
- Y:
- Z:

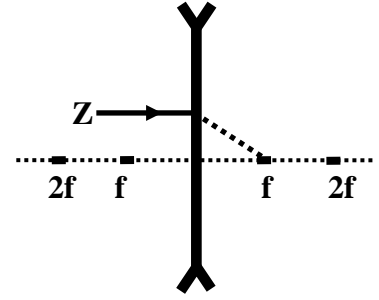
10.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

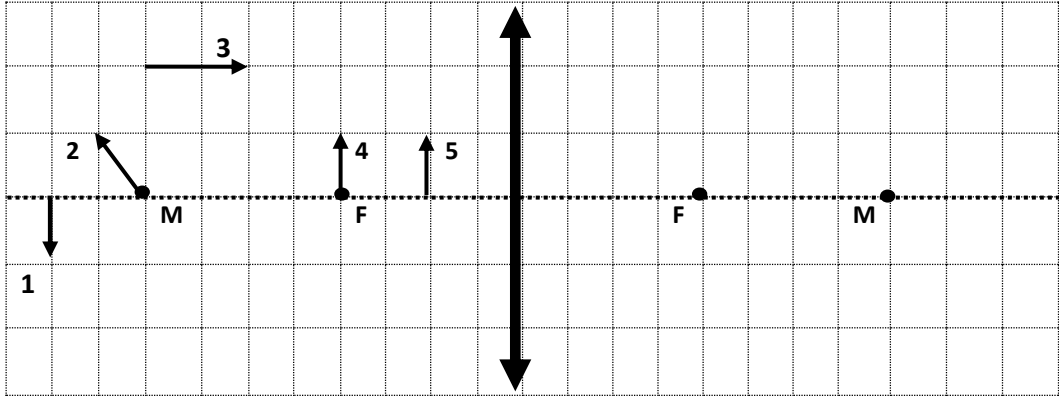
Yukarıdaki şekillerde kalın kenarlı merceklere X, Y ve Z ışık ışınları gönderilmiştir. X, Y ve Z ışık ışınlarının kalın kenarlı merceklere ulaştıktan sonra izledikleri yolları şekiller üzerinde çizerek yapmış olduğunuz çizimlerle ilgili gerekli açıklamaları yapınız.

X:

Y:

Z:

11.



Şekildeki odak noktası F, merkezi M olan yakınsak merceğin önüne 1,2,3,4,5 kodlu cisimler yerleştirilmiştir. **Bu cisimlerin yakınsak mercekteki görüntülerini şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?**(Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Cisimlerin görüntüsünü 1' şeklinde gösteriniz)

1':

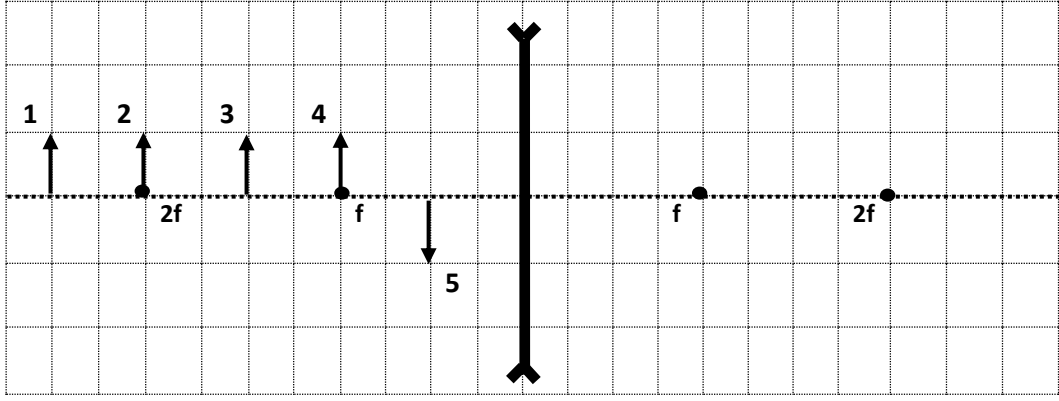
2':

3':

4':

5':

12.



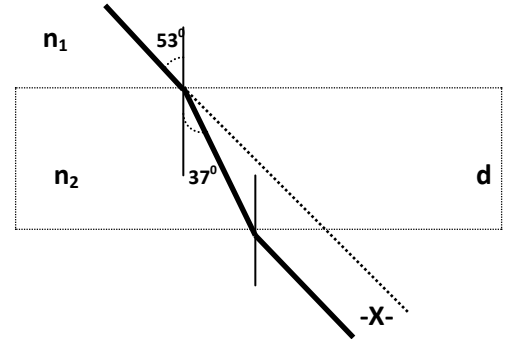
Şekildeki odak noktası f olan ıraksak merceğin önüne 1,2,3,4,5 kodlu cisimler yerleştirilmiştir. **Bu cisimlerin yakınsak mercekteki görüntülerini şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?** (Görüntünün; sanal-gerçek oluşu, konumu, boyu ilgili açıklamaları yapınız.) (Cisimlerin görüntüsünü $1'$ şeklinde gösteriniz)

- 1':
- 2':
- 3':
- 4':
- 5':

13. Işığın kırılması olayını ve kırılma kanunlarını açıklayınız?

- A. Işığın kırılması olayı:
-
-
- B. Kırılma Kanunları:
-
-

14. Yandaki şekilde hava ortamından 53° 'lik gelme açısıyla farklı optik yoğunluğa sahip paralel yüzlü ortama giren ışık ışını 37° 'lik kırılma açısıyla ortamda ilerlediğine göre; **Paralel yüzlü ortamın kırılma indisini ve sapma miktarı olan X mesafesini hesaplayınız?** ($n_{\text{hava}}=1$, $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ$ $0,6$, $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$, $\sin 16^\circ = 0,28$)



-
-
-

15. K_1 ve K_2 ışık ışınları şekildeki gibi cam prizmayla dik açı yapacak şekilde gönderiliyor.

Işıkların izlediği yolu şekil üzerinde çizin ve açıklayınız? (BAC açısı 48° , Camdan hava gelecek ışınlar için sınır açısı 42° dir.)

K_1 :.....

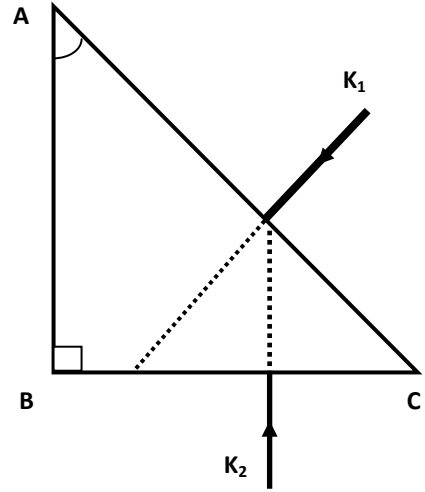
.....

.....

K_2 :.....

.....

.....



16. Camdan yapılmış bir yarım küreye şekildeki gibi gelen K ışınının belirtilen yollardan hangisini izlediğini çizim yaparak açıklayınız? (Camdан hava gelecek ışınlar için sınır açısı 42° dir.)

.....

.....

.....

.....

.....

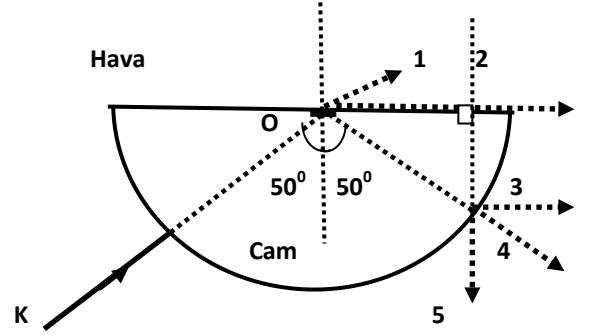
.....

.....

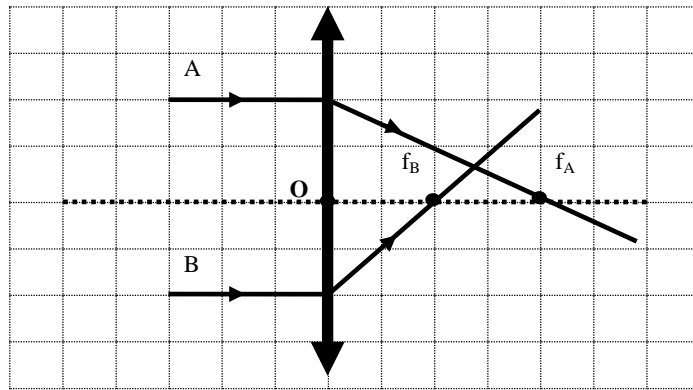
.....

.....

.....



- 17.



Yukarıdaki şekilde A ve B ışık ışınları ince kenarlı mercede kırılmaktadır.

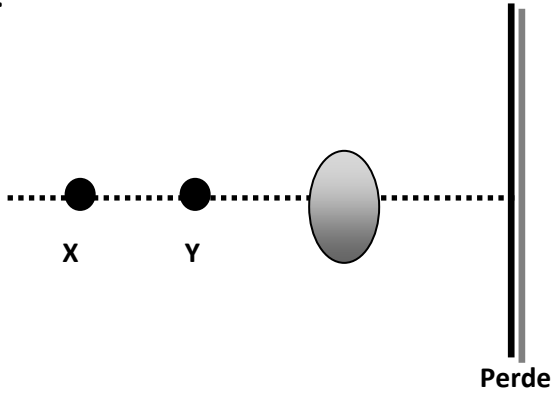
- A ışık ışını sarı renkte ise B ışık ışını hangi renk veya renklerde olabilir?

.....

- A ışık ışını turuncu renkte ve B ışık ışını yeşil renkte ise A ışık ışınıyla çakışık olarak ince kenarlı merceğin asal eksenine paralel gönderilen mavi renkteki C ışık ışını asal eksenini nasıl keser?

.....

18.



Küresel saydam olmayan cisim önüne noktasal X ve Y ışık kaynakları konmuştur. Başlangıçta karanlık olan ortamda X ve Y ışık kaynaklarıyla ortam aydınlatılıyor.

Buna göre aşağıdaki önermelerin doğruluk durumlarını belirterek gerekli açıklamaları yapınız?

- X ışık kaynağının mavi ve Y ışık kaynağının kırmızı ışık saçmaları durumunda perdede mavi, kırmızı ve karanlık bölgeler oluşur.

.....

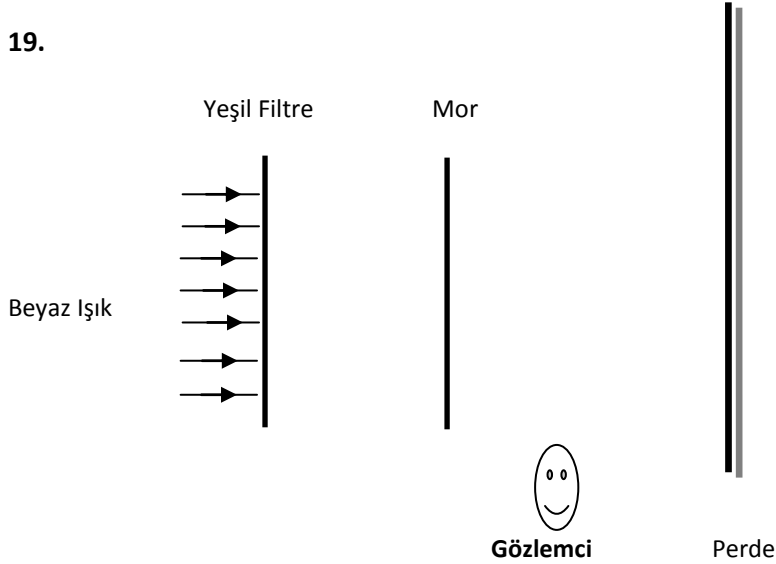
.....

- X ışık kaynağının yeşil ve Y ışık kaynağının magenta ışık saçmaları durumunda perdede sarı mavi ve magenta renkte bölgeler oluşur.

.....

.....

19.



Yukarıdaki Filtre deneyi ile ilgili olarak;

- Yeşil filtreden hangi renk ışık ışınları geçebilir?

.....

- Perdeye bakan gözlemci perde de hangi renk ışık ışınlarını görür?

.....

Ek 2: Fizik Laboratuar Tutum Ölçeği

FİZİK LABORATUAR TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili öğretmen adayları;

Bu araştırma siz değerli öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumunu belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Sorulara verdiğiniz cevaplar kesinlikle saklı tutulacaktır. Başarılar dilerim.

Mehmet YILDIZ
KTÜ Eğitim Fakültesi

BİRİNCİ BÖLÜM

1. Adınız ve Soyadınız	:	
2. Öğrenci Numaranız	:	
3. Cinsiyetiniz	:	Erkek () Kadın ()
4. Yaşınız	:	

İKİNCİ BÖLÜM

Aşağıdaki görüşleri, 1-“Hiç katılmıyorum”, 2-“Katılmıyorum”, 3-“Kararsızım”, 4-Katılıyorum, 5-“Tamamen katılıyorum” benimseme derecelerine göre doldurunuz.

No.	Maddeler	1	2	3	4	5
1	Teoremlerin dayandığı fiziksel mantığı öğrenmek isterim.					
2	Fizik laboratuvarına girdiğim zaman aletlerle ne tür deneyler yapıldığını merak etmem.					
3	Başkalarıyla fizik deneyleri hakkında konuşmaktan hoşlanmam.					
4	Fizik laboratuvarı dersinden iyi notlar alacağımı düşünürüm.					
5	Fizik ile ilgili bilmediğim konuları, deney yaparak öğrenmek isterim.					
6	Fizik olaylarının sebebini sorgulamanın gereksiz olduğunu düşünürüm.					
7	Fizik deneylerini keşfederek yapmak isterim.					
8	Doğa olaylarını fizik bilgilerimi kullanarak anlamaya çalışmak hoşuma gider.					
9	Fizik hakkında ileri düzeyde çalışmayı düşünmem.					
10	Fizik laboratuvarında deneyleri bizzat kendim yapmak isterim.					

No.	Maddeler	1	2	3	4	5
11	Fizik deneylerini anlamayacağımı düşünürüm.					
12	Derste çözümü yarım kalan fizik problemleriyle uğraşmak bana zevk verir.					
13	Fizik deneylerini öğrenmek zahmete değer bir uğraştır.					
14	Fizik deneylerini öğrenmek zahmete değer bir uğraştır.					
15	Fizik deneylerinde bilinmeyi bulmaya çalışmak zaman kaybıdır.					
16	Fizik laboratuvarı dersine girmeden önce bilimsel hazırlık yapmanın gereksiz olduğunu düşünürüm.					
17	Fizik laboratuvarı dersinde başarılı olmak benim için çok önemlidir.					
18	Fizik laboratuvarı dersinde yapılan deneylerin hangi fizik olayını desteklediğini bilmek istemem.					
19	Fizik alanında iddialyım.					
20	Fizikle ilgili bilimsel makaleleri okurken sıkılırım.					
21	Yeni bir fizik deneyiyle uğraşırken kendimi rahat hissederim.					
22	Fizik deneyleri yapmak çok karmaşık bir iştir.					
23	Fizik laboratuvarı dersinde fizik bilgilerimin geliştiğini hissederim.					
24	Zorunlu olmasam fizik laboratuvarı dersine girmezdim.					
25	Fizik laboratuvarı dersinde arkadaşlarımla birlikte deney yapmaktan zevk alırım.					
26	Fizik laboratuvarı dersinde geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğunu düşünürüm.					
27	Fizik deneylerini öğrenip uygulamalarda başarıya ulaştıca deney yapma isteğim artar.					
28	Fizik laboratuvarı dersinin mesleğime katkısı yoktur.					
29	Bilmediğim bir fizik deneyi bende heyecan uyandırır.					
30	Fizikteki başarıyı insanların takdir etmesi hoşuma gider.					
31	Patlama ile sonuçlanan bir fizik deneyi bende merak uyandırmaz.					
32	Fizik deneylerinin sonucunun ne çıkacağını beklerken sabırsızlanırım.					
33	Fizik deneyleri yaparken kafamda fizik kanunları ile ilgili herhangi bir soru oluşmaz.					
34	Fizik deneylerini yaparken, sonuca ulaşmada sıkıntılar yaşasam bile hedefe doğru ilerlemekten vazgeçmem.					
35	Fizik deneylerini anlamaya çalışmak zaman kaybıdır.					
36	Fiziği hayatım boyunca birçok yerde kullanacağıma inanırım.					

Ek 3: Öğretim Materyalleri

Ek 3.1. Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü

Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü

Uzun Gölün batı yakasına kendini saklayan Karakaya, başka hiçbir yerde resmini ele vermezdi. Kimisi gölün kıyısında yürümeyi sever, kimisi de suya çakıl taşlarını yuvarlamayı. Ben ise batı yakasında Karakaya dağının göldeki resmini izlemeyi severdim. O ürkütücü dağ gölün yüzeyinde korkudan tir tir titredi. “Sığ sulara yenilen Karakaya, başın ne kadar dik olsa da güçsüzsün sen” diyip gülüp geçerdim.



Hikâye kesitine uygun bir şekilde aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- Gölün yüzeyindeki görüntü nasıl oluşur?

.....

- Niçin dağın görüntüsü sadece gölün batı yakasında suyun yüzeyinde görülebiliyor?

.....

- Oluşan görüntü neden hareket ediyor?

.....

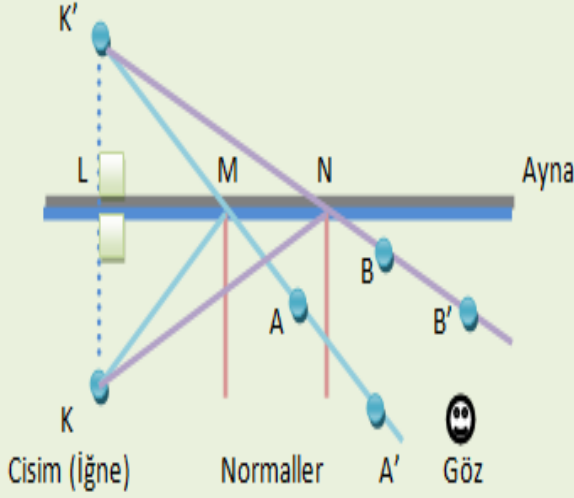
Yapacağınız etkinlikler sonunda ışığın yansıması ve düzlem aynada görüntü konularını öğreneceksiniz. Bunun için yönergeleri takip ederek soruları cevaplandırınız.

Etkinlik I: Yansıma Kanunları

Araç- gereçler: Beyaz kâğıt, oluklu mukavva, düzlem ayna, toplu iğne, açölçer, cetvel, kalem

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip ederek deneyi gerçekleştirin. Elde ettiğiniz sonuçları grup arkadaşlarınızla tartışın.

Görüntü (İğne)



Yönerge

1. Oluklu mukavva kağıt üzerine beyaz kağıdı seriniz.
2. Beyaz kağıdın ortasına düşey olarak bir düzlem ayna yerleştiriniz.
3. Aynanın yerini kağıt üzerinde çiziniz.
4. Ayna önünde herhangi bir yere K toplu iğnesi ve farklı A, B, C noktalarına toplu iğneler batırınız.
5. Aynaya bakarak elinize başka bir toplu iğne olarak K iğnesinin görüntüsü olan K', A iğnesi ve elinizdeki iğnenin aynı doğrultuda olacağı noktaya elinizdeki iğneleri batırınız. Bu batırdığınız iğne A' iğnesi olacaktır. Benzer olarak B' ve C' iğnelerini batırınız.
6. Aynayı kaldırarak, K'AA', K'BB' ve K'CC' doğrularını çiziniz.
7. L, M, N noktalarını işaretleyerek normaller çiziniz.

- Deney sırasındaki gözlemlerinize uygun bir şekilde aşağıdaki soruları cevaplayınız

- ✓ Gelme ve yansıma açılarını belirterek açısal hesaplamaları yapınız.

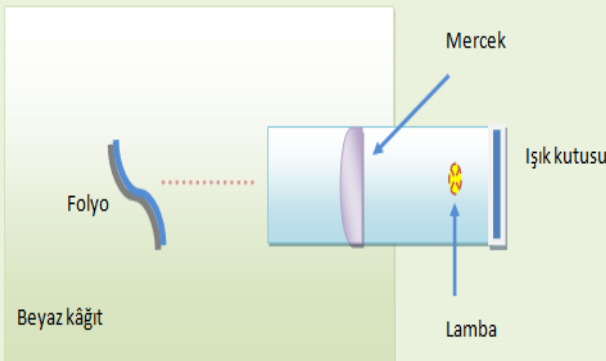
Deneme	1	2	3
Gelme açısı			
Yansıma açısı			

- ✓ Bütün bu doğruların kesişim alanı bize neyi ifade etmektedir?

Etkinlik II: Düzgün ve Dağınık Yansıma

Araç- gereçler: Beyaz kâğıt, ışık kaynağı, iki adet kare şeklinde kesilmiş alüminyum folyo, cetvel, kalem, silgi. (Düz ve buruşuk folyo)

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip ederek deneyi gerçekleştirilelim. Elde ettiğimiz sonuçları grup arkadaşlarımızla tartışalım.



Yönerge

1. Masanın üzerine beyaz kâğıdı seriniz.
2. Işık kutusunu ve merceği şekildeki gibi beyaz kâğıdın üzerine yerleştiriniz.
3. Alüminyum folyoyu buruşuk şekilde ışığın yoluna 10 cm uzaklığa çapraz bir şekilde yerleştiriniz.
4. Işık ışınlarının aldığı yolları gözlemleyiniz.
5. Aynı işlemi düz folyo ile gerçekleştirerek gözlemlerinizi tartışınız.

- Deney sırasında gözlemlediklerinizi çizim yaparak açıklayınız.

.....

.....

.....

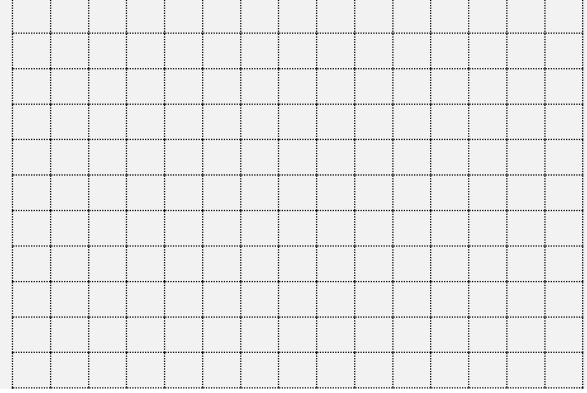
.....

.....

.....

.....

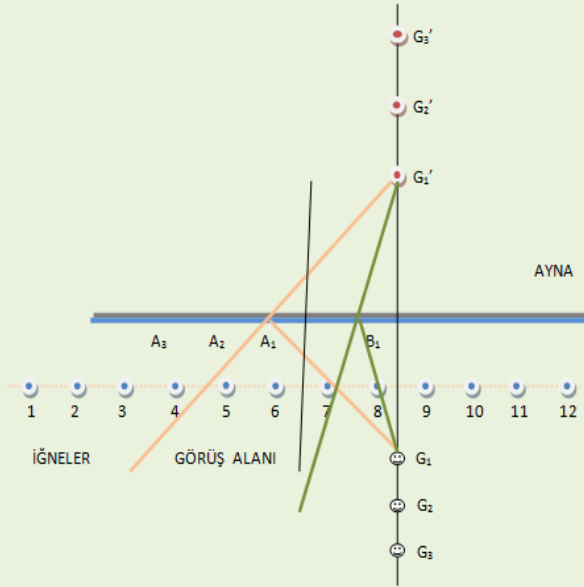
Çizim Alanı



Etkinlik III: Düzlem Aynada Görüş Alanı

Araç-gereçler: Oluklu mukavva, milimetrik kâğıt, düzlem ayna, beyaz kağıt, toplu iğneler, cetvel, kalem

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip ederek deneyi gerçekleştirilim. Elde ettiğimiz sonuçları grup arkadaşlarımızla tartışalım.



Yönerge

1. Milimetrik kâğıdı oluklu mukavva üzerine seriniz.
2. Oluşan yüzey üzerine düzlem aynayı yerleştiriniz.
3. Aynanın önünde ayna doğrusuna paralel çizgi üzerinde 1-2 cm aralıklı 10-15 kadar toplu iğne batırınız.
4. Ayna önünde üç farklı bakış noktası G_1 , G_2 , G_3 belirleyerek aynada görebildiğiniz iğneleri kaydediniz.
5. G_1 noktasının aynaya göre simetriği G_1' den aynanın kenarlarına teğet olan doğruları çiziniz.
6. *Bu doğruların aynada görüntülerini görebildiğiniz iğnelere bir etkisi var mıdır?*
7. Daha sonra sabit bir bakış noktası belirleyip farklı boyda aynalar kullanarak görebildiğiniz iğneleri tespit ediniz.
8. Aynanın boyu görüş alanını etkiledi mi?

- Deney sırasındaki gözlemlerinizi aşağıdaki tablolara kaydediniz.

✓ Aynanın boyutu sabit

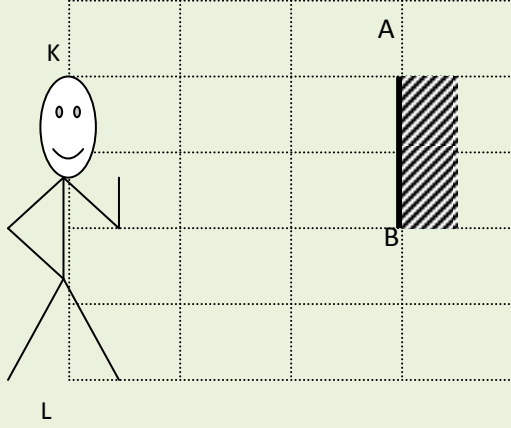
✓ G'nin yeri sabit

G'nin yeri	Görülen iğneler

Aynanın boyutu	Görülen iğneler

Aşağıdaki Soruları Cevaplandırınız.

1.



KL uzunluğunda bir kişi AB aynasında kendi boyunun bir kısmını görebilmektedir. Kendi boyunun tamamını aynada görebilmesi için aşağıdaki değişikliklerden hangisi yada hangilerini yapmalıdır.

- I. KL kişinin aynaya yaklaşması
- II. Aynayı B ekseninde döndürmek
- III. Aynanın boyunu arttırmak

Cevap:.....

.....

2. Eşit büyüklükteki karelere ayrılan düzlem üzerine yerleştirilen düzlem aynadan yansıyan bazı ışınlar gösterilmiştir. Buna göre ışıklardan hangileri O noktasındaki kaynaktan çıkmış olabilir? Gerekli çizim ve açıklamaları yapınız.

.....

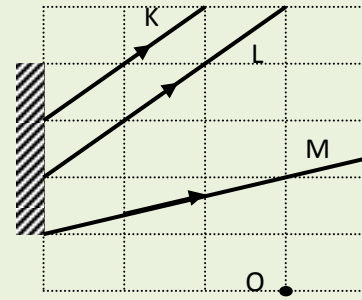
.....

.....

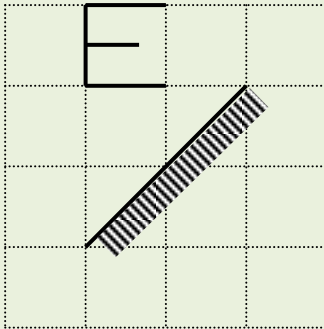
.....

.....

.....



3.



Eşit bölmelere ayrıştırılan düzlemin üzerine şekildeki gibi düzlem ayna ve E cismi yerleştirilmiştir. E cisminin düzlem aynadaki görüntüsünü çizerek oluşan görüntünün özelliklerini belirtiniz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ek 3.2. Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Küresel Aynalarda Görüntü

Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Küresel Aynalarda Görüntü

Sevgili günlük;

Dün sana dişimin ağrısından bahsetmiştim. Gece ağrıdan uyuyamadığım için hastahaneye gitmeye karar verdim. Evden çıktım ve Düldüle bindim. Biraz ilerledikten sonra Düldülün yan aynalarının ayarsız olduğunu farkettim. Direksiyonun yanındaki kollardan aynaların ayarını yaparken bir şey farkettim. Yan aynalarda çok uzaktaki araçları bile daha yakın ve net görebiliyordum. Söğütlü kavşağına geldiğimde belediyenin yol çalışmasından dolayı sokak lambaları yanmıyordu ve Düldülün farlarını yaktım. Farlar da tıpkı sokak lambaları gibi yolu çok iyi aydınlatıyorlardı. Acaba sokak lambaları ve farlar ışığı nasıl oluyordu da o kadar uzağa yansıtabiliyorlardı. Sonra hastaneye vardım. Doktorun odasına girdiğimde doktor elindeki demir yüzlü parlak aletle hastanın dişlerini izliyordu. Bu alet düldülün yan aynaları gibi görüntüyü daha da netleştiriyordu. Dişimi çektirip eve döndüğümde merak ettiğim bu durumları internetten araştırdım. Biliyorsunuz sevgili günlük demek ki arabaların yan aynaları, araç farları, sokak lambaları, dişçi aletlerinde farklı türden aynalar kullanılıyormuş. Yarın görüşmek dileğiyle...

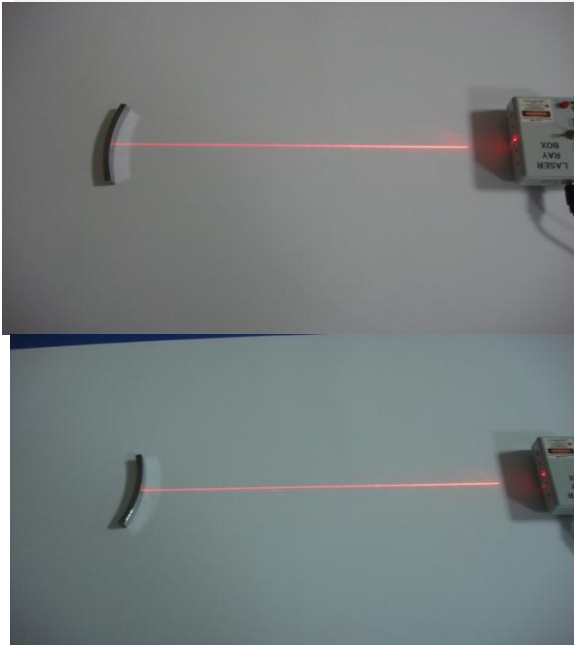


Yapacağınız etkinlikler sonucunda Küresel aynalarda özel ışıklar ve Küresel aynalarda görüntü konularını öğreneceksiniz. Yönergeleri yerine getirerek sorulan soruları cevaplandırınız.

Etkinlik I: Küresel Aynalarda Özel Işıklar

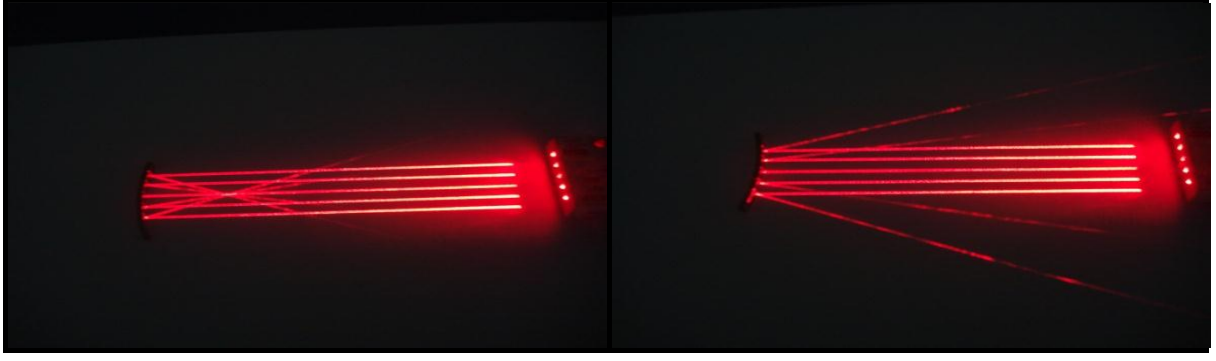
Araç -Gereçler: Çukur ayna, tümsek ayna, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Çukur aynayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
2. Çukur aynada asal eksen belirleyiniz.
3. Çukur aynanın tepe noktası, odak noktası ve merkezini tespit ediniz. İşlemleriniz sırasında cetvel ve açıölçer kullanınız.
4. Çukur aynada gelen ışının aşağıdaki durumlarda aynadaki yansıma şekillerini gözlemleyin ve çiziniz.
 - ✓ Asal eksene paralel olması durumunda
 - ✓ Merkezden geçmesi durumu
 - ✓ Gelen ışının odaktan geçmesi durumu
 - ✓ Gelen ışının tepe noktasına belirli bir açıyla gelmesi durumunu
 - ✓ Gelen ışının herhangi bir şekilde aynaya değmesi durumu
5. Aynı işlemleri Tümsek ayna için yapınız ve çizimleri tamamlayınız.



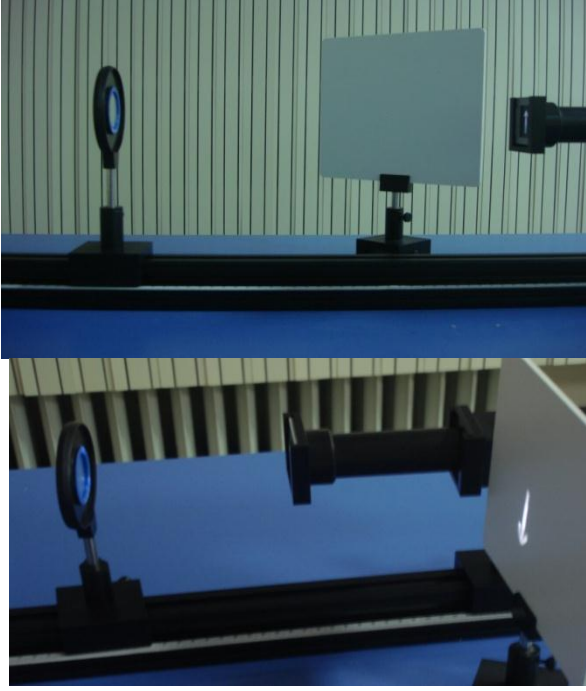
Deney sırasında keşfettiğiniz durumları aşağıdaki tabloda çizim şeklinde açıklayınız?

Gelen ışının özelliği	Çukur Ayna	Tümsek Ayna
Asal eksene paralel gelen ışının yansıması		
Odak noktasından geçerek gelen ışın		
Aynanın merkezine gelen ışının yansıması		
Tepe noktasına gelen ışının yansıması		
Herhangi bir ışının yansıması		

Etkinlik II: Küresel Aynalarda Görüntü ve Özellikleri

Araç -Gereçler: Çukur ayna, tümsek ayna, ışık kaynağı, cisim (ok), Metreli kızak, ayaklık, levha

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Şekillerdeki gibi deney düzenekleri kurunuz.
2. Çukur aynayı kaydırarak görüntüyü levhaya düşürünüz. Çukur aynanın merkezini ve odak noktasını tespit ediniz.
3. Cisim cismin aşağıdaki konumlardaki görüntüsünün yerini ve özelliklerini tespit ederek çizim yapınız.
 - ✓ Cismin merkezde olma durumu
 - ✓ Cismin merkezin dışında olma durumu
 - ✓ Cismin odakta olma durumu
 - ✓ Cismin odak ile merkez arasında olma durumu
 - ✓ Cismin odak ile tepe noktası arasında olma durumu
4. Aynı durumları çukur aynada da uygulayınız ve gözlemlerinizi çizim yaparak açıklayınız.

Aşağıdaki tablolarda çukur aynanın asal eksenini üzerindeki cismin konumuna uygun olarak oluşan görüntünün konumunu çizin ve özelliklerini açıklayınız.

Konumlar	Çizimler	Açıklamalar
Cismin merkezin dışında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin merkezde olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Cismin odakta olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin odak ile merkez arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin odak ile tepe noktası arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Aşağıdaki tablolarda tümsek aynanın asal eksenindeki cismin konumuna uygun olarak oluşan görüntünün konumunu çizin ve özelliklerini açıklayınız.

Konumlar	Çizimler	Açıklamalar
Cismin sonsuzda olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin sonsuz ile ayna arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Konular	Çizimler	Açıklamalar
Cismin odakta olma durumu	

Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım

- ✓ İçersinde çukur ve tümsek bulunduğu bir optik sistem düzenleyiniz. Düzenlediğiniz optik sistemde Küresel aynalarda özel ışınlar konusunda basit bir deney tasarlayınız.

Tasarladığınız deneyle ilgili olarak aşağıda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

Araç -Gereçler:

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

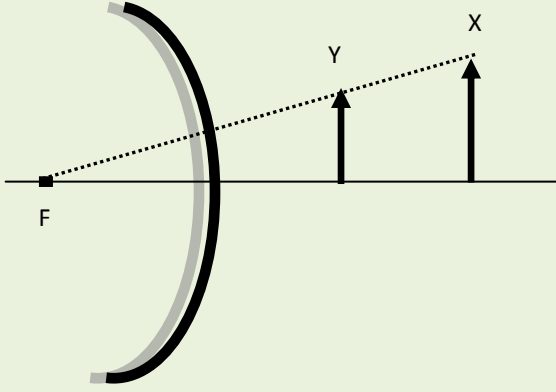
-
-
-
-
-
-

Deney sırasında keşfettiğiniz durumları aşağıdaki tabloda çizim şeklinde açıklayınız?

Çizim	Açıklama

Aşağıdaki Soruları Cevaplandırınız.

1.



F noktası tümsek aynanın odak noktası olduğuna göre h_x , h_y ve d_x , d_y arasındaki ilişkiyi yazıp açıklayınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Şekildeki tümsek aynanın odak uzaklığı f_B çukur aynanın odak uzaklığı f_A dir. Asal eksene paralel olarak gönderilen K ışını her iki aynada yansıdıktan sonra kendi üzerinden geri döndüğüne göre **aynalar arası uzaklığı bulunuz?**

.....

.....

.....

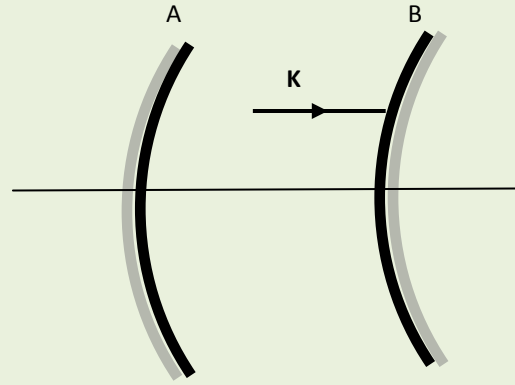
.....

.....

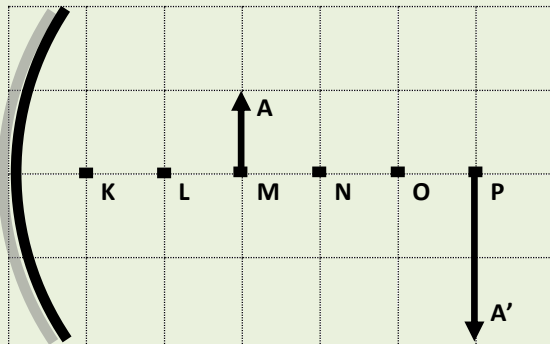
.....

.....

.....



3.



Şekildeki çukur aynanın M noktasındaki A cisminin görüntüsü P noktasında oluşmaktadır.

Buna göre;

- Aynanın odak noktası nerededir?
- Cisim N ye getirilirse, görüntü nerede oluşur?
- Cisim O noktasına getirilirse görüntü nerede olur?

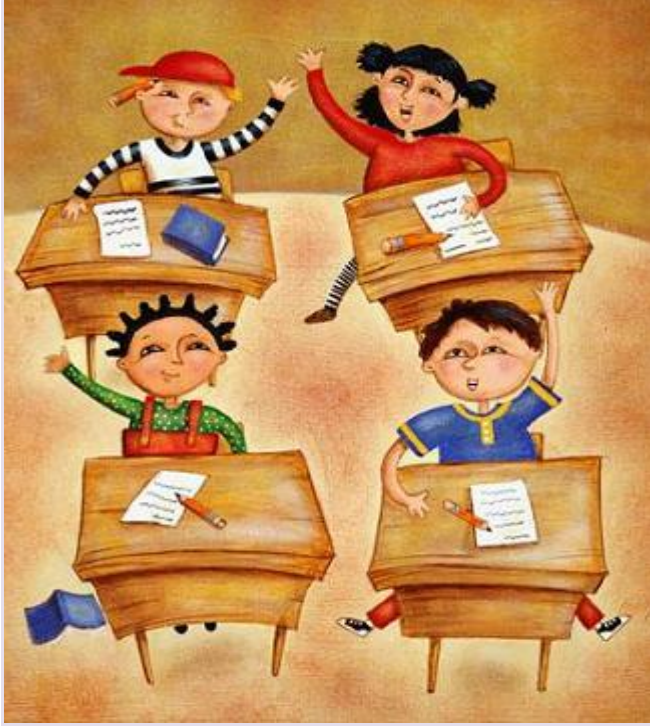
a)

b)

c)

Ek 3.3. Merceklerde Özel Işıklar ve Merceklerde Aynalarda Görüntü

Merceklerde Özel Işıklar ve Merceklerde Görüntü



Mehmet öğretmen: Dikkat, herkes beni dinlesin. Evet güzel. Arkadaşlar bu dersimizde mercekler konusunu işleyeceğiz.

Merve: Öğretmenim ben en arka sırada oturduğum için tahtayı göremiyordum. Geçenlerde annemle doktora gittik ve bana gözlük verdi. Gözlük camları mercek, değil mi ?

Mehmet öğretmen: Evet Merve. Bazı gözlüklerin camları mercek özelliği gösteriyor.

Uğur :Öğretmenim dedem gazete okurken gözlük takıyor ve bana yakını göremediğini söyledi. Onun taktığı gözlükler Merve'nin gözlüklerinden farklı mı?

Mehmet öğretmen: Arkadaşlar sessizce dersi dinleyelim... Evet onun kullandığı gözlüklerdeki mercekler merve'nin kullandığı gözlükteki merceklerden farklı özelliğe sahip.

Zeynep : Öğretmenim yani mercekler farklı özelliklere sahip olabiliyor mu?

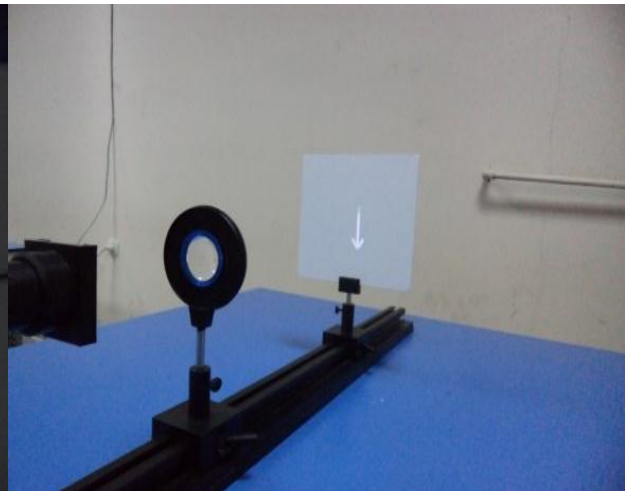
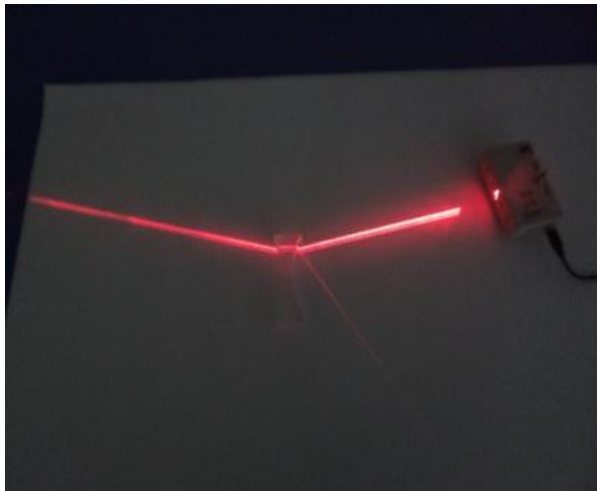
Mehmet öğretmen: Evet kızım. Mercekler ince kenarlı ve kalın kenarlı mercekler olmak üzere yapılarına göre iki durumda incelenir. İnce kenarlı ve kalın kenarlı merceklerinde özellikleri farklıdır.

Merve : Öğretmenim peki ince kenarlı veya kalın kenarlı mercekler nasıl yapılır?

Mehmet öğretmen : Kızım, saydam iki kürenin konumlarına göre mercekler yapılır. İnce kenarlı mercekler saydam iki kürenin kesişmesiyle, kalın kenarlı mercekler ise saydam iki kürenin birbirlerine yaklaştırılmasıyla oluşturulur.

Zeynep : Öğretmenim peki bu mercekler özellikleri nelerdir?

Mehmet öğretmen: Haydi birlikte deney sırasında keşfederek öğrenelim.

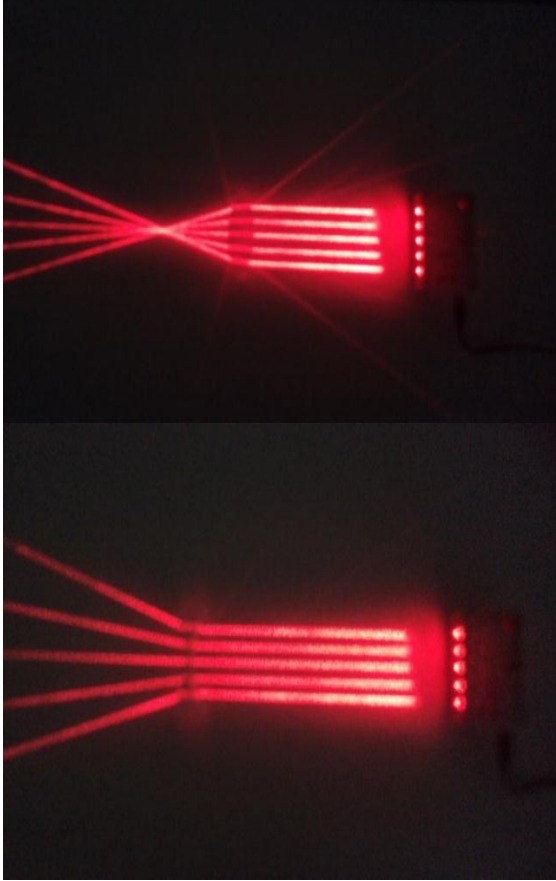


Yapacağınız etkinlikler sonucunda merceklerde özel ışınlar ve merceklerde görüntü konularını öğreneceksiniz. Bunun için yönergeleri yerine getirerek sorulan soruları cevaplandırınız.

Etkinlik I: Merceklerde Özel Işınlar

Araç -Gereçler: Yakınsak mercek, ıraksak mercek, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Yakınsak merceği şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
2. Yakınsak mercek ile ilgili olarak aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.
3. Yakınsak mercekte asal eksen belirleyiniz.
4. Yakınsak merceğin optik merkezini, odak noktasını ve merkezini tespit ediniz.
 - ✓ Gelen ışının optik merkeze gelmesi durumunu
 - ✓ Asal eksene paralel olması durumunda
 - ✓ Gelen ışının odakta geçmesi durumu
 - ✓ Merkezden geçmesi durumu
5. Gelen ışının herhangi bir şekilde merceğe değmesi durumlarını gözlemleyip aşağıdaki tabloya gerekli çizimleri yapınız.
6. Yakınsak mercek ile ilgili olarak yapmış olduğunuz işlemleri ıraksak mercek için de yapınız ve çizimleri tamamlayınız.

Deney sırasında keşfettiğiniz durumları aşağıdaki tabloda çizim şeklinde açıklayınız?

Gelen ışının özelliği	Yakınsak Mercek	İraksak Mercek
Asal eksene paralel gelen ışının yansıması		

Odak noktasından geçerek gelen ışın		
Aynanın merkezine gelen ışının yansıması		
Optik merkeze gelen ışının yansıması		
Herhangi bir ışının yansıması		

Etkinlik II: Merceklerde Görüntü ve Özellikleri

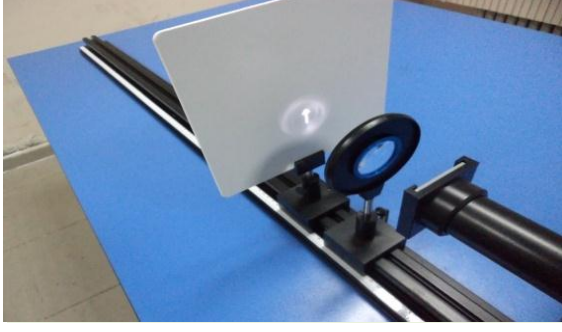
Araç -Gereçler: İraksak mercek, yakınsak mercek, ışık kaynağı, cisim (ok), metreli kızak, ayaklık, levha

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

5. Şekillerdeki gibi deney düzenekleri kurunuz.
6. Yakınsak merceği kaydırarak görüntüyü levhaya düşürünüz. Yakınsak merceğin merkezini ve odak noktasını tespit ediniz.
7. Cismin aşağıdaki konumlardaki görüntüsünün yerini ve özelliklerini tespit ederek çizim yapınız.



- ✓ Cismın merkezde olma durumu
- ✓ Cismın merkezin dışında olma durumu
- ✓ Cismın odakta olma durumu
- ✓ Cismın odak ile merkez arasında olma durumu
- ✓ Cismın odak ile optik merkez arasında olma durumu

8. Aynı durumları ıraksak mercek için de uygulayınız ve gözlemlerinizi çizim yaparak açıklayınız.

Aşağıdaki tablolarda yakınsak merceğin asal eksenindeki cismin konumuna uygun olarak oluşan görüntünün konumunu çiziniz ve özelliklerini açıklayınız.

Konumlar	izimler	Açıklamalar
Cismın merkezin dışında olma durumu	
Cismın merkezde olma durumu	
Cismın odakta olma durumu	

Cismin odak ile merkez arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin odak ile optik merkez arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

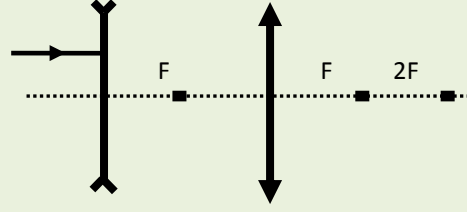
Aşağıdaki tablolarda ıraksak merceğin asal eksenindeki cismin konumuna uygun olarak oluşan görüntünün konumunu çizin ve özelliklerini açıklayınız.

Konumlar	Çizimler	Açıklamalar
Cismin sonsuzda olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin sonsuz ile ayna arasında olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Cismin odakta olma durumu		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Aşağıdaki Soruları Cevaplandırınız.

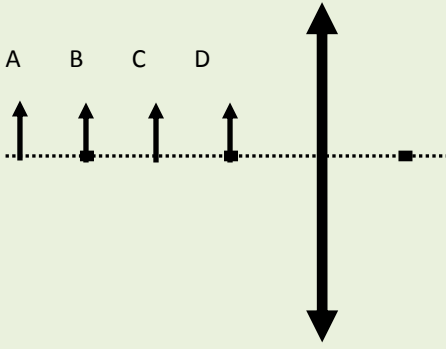
1. Odak uzaklıkları eşit olan kalın ve ince kenarlı mercek sisteminde F' her iki merceğin odak noktasıdır.

Şekildeki gibi Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışık ışınının ince kenarlı mercekten nasıl geçtiğini şekil üzerinde çizip gerekli açıklamaları yapınız?



.....

2.

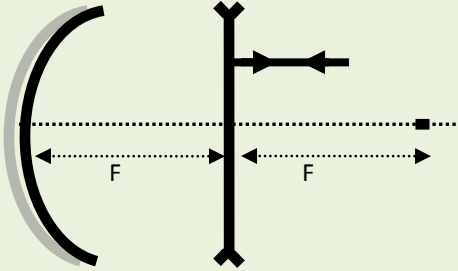


Şekildeki odak uzaklığı F olan yakınsak merceğin önüne bir cisim dört farklı A, B, C, D konumlarına yerleştirilmiştir.

Hangi konumda cismin boyu merceğin oluşturduğu görüntünün boyundan büyük olduğunu şekil üzerinde işaretleyiniz ve açıklayınız?

.....

3.



Şekildeki optik sistemde ıraksak merceğin odağına çukur ayna yerleştirilmiştir. Asal eksene paralel gönderilen K ışık ışını çukur aynadan yansdıktan sonra kendi üzerinden geri yansıyor.

Aynanın odak uzaklığının merceğin odak uzaklığına oranını bulunuz ve açıklayınız?

.....

Ek 3.4. Işığın Kırılması

Işığın Kırılması



Kötü hayaletler, Casper'ın boynundaki gümüş kolyenin peşine düşmüşlerdi. Casper kolyeyi onlara vermek istemiyordu. Kovalamaca sırasında birden Casper'ın gözüne yakındaki harabe ev ilişti. Kötü hayaletlerden saklanmak isteyen Casper ani bir hareketle duvardan içeri girmeyi başardı. Ancak hayaletlerin kahkahaları kulaklarında çınılıyordu. Kolyenin duvardan geçemeyeceği birden aklına geldi. Boynunu kontrol etti. Ne yazık ki kolye kötü hayaletlerin eline geçmişti.

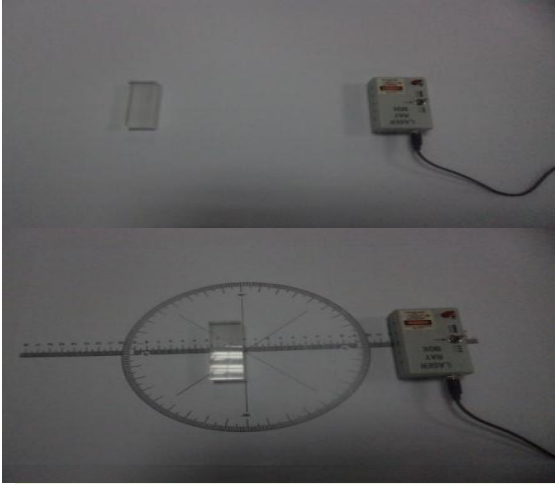
- Yukarıdaki analogi örneğinde Casper ve Gümüş Kolyesinin ışık olduğu düşünülürse;
 - ✓ Casper'ın duvardan geçmesi olayına ne denir?
 - ✓ Kolyenin duvarda geçemeyişi olayına ne denir?
 - ✓ Bu iki olay bir arada gerçekleşebilir mi?

Yapacağınız etkinlikler sonucunda ışığın kırılması konusunu öğreneceksiniz. Bunun için aşağıdaki yönergelerde belirtilenleri yerine getirerek sorulan soruları cevaplandırınız.

Etkinlik I: Işığın Paralel Yüzlü Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Paralel yüzlü prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kağıt.

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Paralel yüzlü prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye veya optik kağıt üzerine bırakınız.
2. Paralel yüzlü prizmaya farklı durumlarda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz. Paralel yüzlü Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısal hesapları yapınız.
3. Kırılma kanunlarını gözlemleyiniz.
4. Ortamların kırıcılık indislerini snell bağıntısı yardımıyla bulunuz. ($n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$)
5. Işık ışınının cismi terk edince geliş doğrultusuna paralel hareket edişini gözlemleyip sapma miktarını hesaplayınız. ($X = d \cdot \sin(\alpha - \beta) / \cos \beta$)

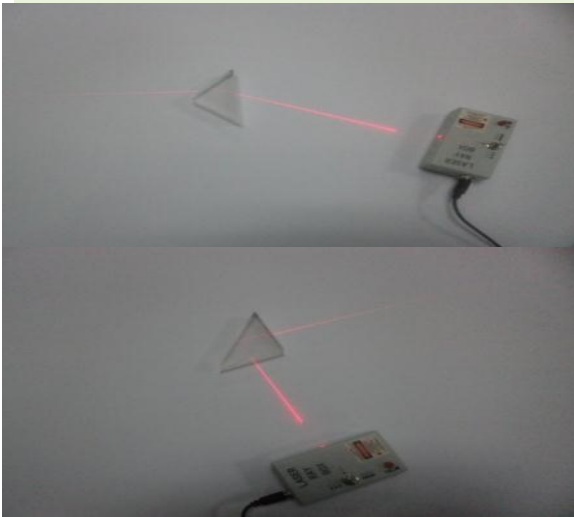
Gerekli çizimleri ve hesaplamaları aşağıdaki tabloya yapınız. Çizimlerinizde cetvel ve açıölçer kullanınız.

Paralel yüzlü prizmadaki kırılmanın çizimi	
Ortamların kırıcılık indislerinin hesaplanması	
Sapma miktarının hesaplanması	

Etkinlik II: Işığın Üçgen Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Üçgen yüzlü prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kâğıt.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

- Üçgen prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
- Üçgen prizmaya üç farklı durumda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz.
- Üçgen Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısal hesapları yapınız.
- Sınır açısını tespit ediniz.
- Tam yansımayı tespit ediniz.

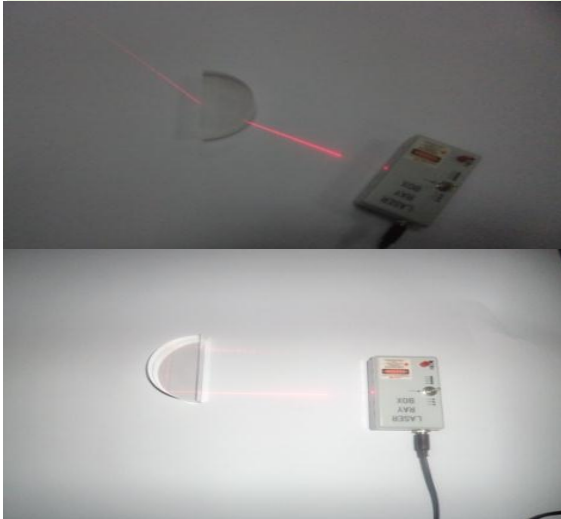
Gerekli çizimleri ve hesaplamaları aşağıdaki tabloya yapınız. Çizimlerinizde cetvel ve açıölçer kullanınız.

1. Durum	
2. Durum	
3. Durum	

Etkinlik III: Işığın Küresel Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Küresel prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kâğıt.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Küresel prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
2. Küresel prizmaya üç farklı durumda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz.
3. Küresel Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısal hesapları yapınız.
4. Sınır açısını tespit ediniz.
5. Tam yansımayı tespit ediniz.

Gerekli çizimleri ve hesaplamaları aşağıdaki tabloya yapınız. Çizimlerinizde cetvel ve açıölçer kullanınız.

1. Durum

2. Durum

3. Durum

Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım

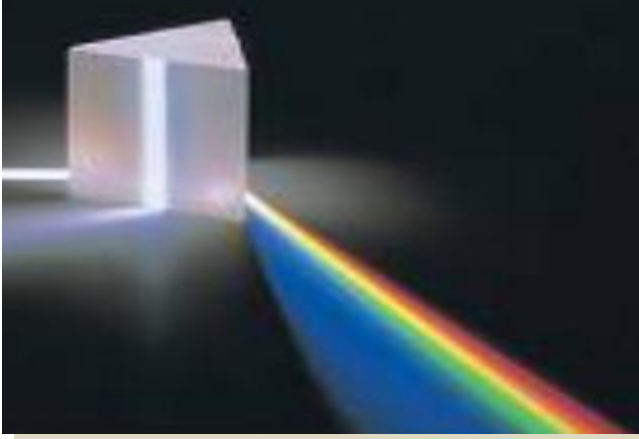
Erzurum'un Horosan ilçesine bağlı Aksüt köyünde geçen çocukluğumu özler oldum. Ne güzel günlerdi o geçen günler. Her sabah ufuk çizgisinin kızılca olduğu vakitte uyanır iki odadan ibaret, duvarları toprak kerpiçten olan, tavanı ağaç evin, derme çatma penceresinden ufuk çizgisini izlerdim. Herkes sofraya diye çığırın ninemin sesi hala kulaklarımdadır. Dedem kahvaltıda bile çayı kırtlama şekerle içerdi. Ben ise iri şekeri nineme kırdırtır çayına katık edip içerdim. Çayımı karıştırırken parmağımın kırılmış gibi görünen kaşığı düzeltmeye çalışırdım her defasında.



Kahvaltıdan sonra köy ahalisi mevsimine göre ekinleri çapalamaya veya sulamaya giderdi. Bizim tarla Körsu deresinin ardındaydı bunun için her gidişimizde dedemin ağaçtan yaptığı merdivenvari kırık köprüden geçerdik. Bazen kestirme olsun diye pantolonumuzu sıvazlar dereden geçmeye çalışırdık ama her defasında Körsu galip gelir görünenden daha fazla derinleşir ve ıslatırdı bizi. Mola vakitlerinde dedem beni su getirmem için kuyuya yollardı. Bende ısrarla beni kasabaya götürmesen su getirmem derdim. Kasabanın yolları bile farklıydı. Sıcak havada o ziftli yollara bakmayı çok seviyordum çünkü yağmur yağmış gibi görünüyordu. Dedemden söz aldıktan sonra kuyuya giderdim. İşin ilginç yanı her defasında kuyudaki su çok sığ gibi görünse de kovayı daldırınca kova suyun içinde kaybolurdu. Mola bitince çalışmaya devam ederdik. Bazen tarlada çalışınca yağmur yağardı ve dedemin kepeneğinin altına saklanırdım. Yağmurdan sonraki gök kuşağı iliklerime kadar ıslanmışlığı unuttururdu. Dedemle çalışmayı bırakır ufuk çizgisi kızarıncaya değin gökkuşağını izlerdik. Bana gökkuşağıyla ilgili hikâyeler anlatırdı. Sonra ninemin hazırladığı tarhana çorbasını içmek için eve doğru yola koyulurduk. Keşke zamanı geri alabilecek bir araç olabilseydi de ninemin yaptığı o tarhana çorbasını dedemle birlikte yine kaşıklayabilseydik.

Ek 3.5. Işık ve Renkler

Işık ve Renkler



- Işığın rengi nedir?
- Renklerin nasıl oluştuğunu biliyor musunuz?
- Çocukluğunuzda yaz günleri hortumla bahçeyi sularken gök kuşağının oluştuğunu gördünüz mü?
- Gök kuşağının nasıl oluştuğunu biliyor musunuz?

Yapacağınız etkinlikler sonucunda renkler konusunu öğreneceksiniz. Bunun için aşağıda verilen yönergeleri yerine getirerek sorulan soruları cevaplandırınız.

Etkinlik I: Beyaz Işığın Prizmada Renklere Ayırılması

Araç -Gereçler: Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıklı plaka, metreli kızak, ayaklık, levha, ışın tablası.

- Dört farklı gruba ayırılma ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıklı plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz.
4. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek gökkuşağını levha üzerinde belirginleştiriniz.

- Deney sırasındaki gözlemlerinizi açıklayınız?

.....

.....

.....

- Deney sırasında oluşturulan yapay gökkuşağındaki renkleri kırılma indisleri sırasına göre yazınız?

.....

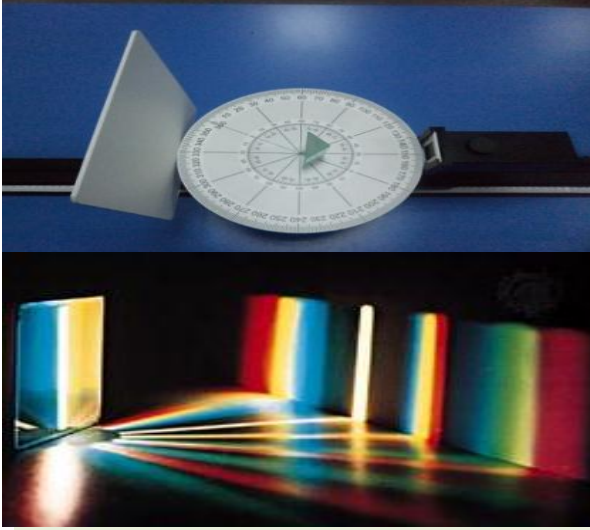
.....

.....

Etkinlik II: Birincil ve İkincil Renkler

Araç -Gereçler: Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıkla plaka, metreli kızak, filtreler, levha, ışın tablası.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıkla plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz.
4. Kırmızı ve mavi filtreleri şekildeki gibi yan yana yerleştiriniz.
5. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek prizma yardımıyla kırmızı ve mavi renkleri levha üzerinde kesiştiriniz.
6. Aynı işlemleri kırmızı + yeşil ve mavi + yeşil filtrelerle gerçekleştiriniz.
7. Gözlemlerinizi sonucunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Kırmızı ve mavi renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

.....

- Kırmızı ve yeşil renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

.....

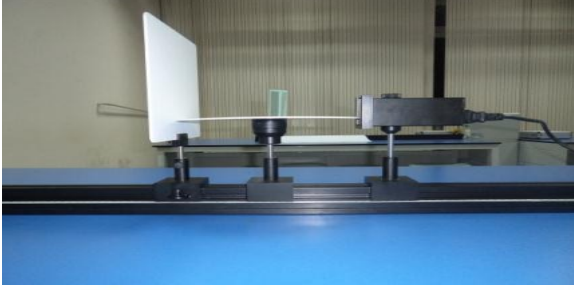
- Yeşil ve mavi renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

.....

Etkinlik III: Işığın Renk Filtrelerinden Geçişi

Araç -Gereçler: Dairesel Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıklı plaka, metreli kızak, ayaklık, levha, ışın tablası, renk filtreleri.

- Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıklı plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz.
4. Kırmızı ve mavi filtreleri yan yana yerleştiriniz.
5. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek prizma yardımıyla kırmızı ve mavi renkleri levha üzerinde kesiştiriniz.
6. Aynı işlemleri kırmızı + yeşil ve mavi + yeşil filtrelerle gerçekleştiriniz.
7. Gözlemlerinizi kaydediniz.

Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım



- ✓ **Saydam cisimleri nasıl görebiliyoruz?**

.....

.....

.....

- ✓ **Suyun rengi var mıdır? Suyu nasıl görebiliyoruz?**

.....

.....

.....

.....

Aşağıdaki Soruları Cevaplandırınız.

1. Noktasal mavi ve sarı ışık kaynakları ile beyaz ekran aydınlatılıyor. K ve L saydam olmayan levhalar olmak üzere;

Ekrandaki A, B, C bölgeleri hangi renklerde gözlenir? Açıklayınız.

A:.....

.....

B:.....

.....

C:.....

.....

D:.....

.....

2. Odağı F merkezi M olan Küresel aynaların asal eksenlerine paralel olarak gönderilen ışınların yansımalarını çizip gerekli açıklamaları yapınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Mavi ve magenta renklerden oluşan X ve Y filtrelerine şekildeki gibi beyaz ışık gönderiliyor.

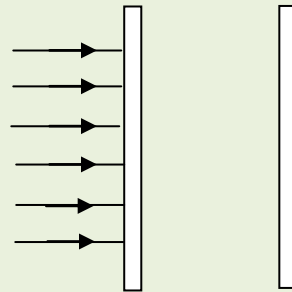
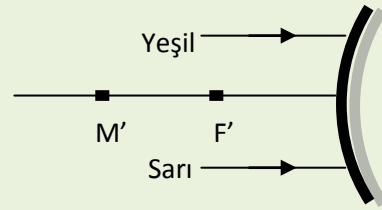
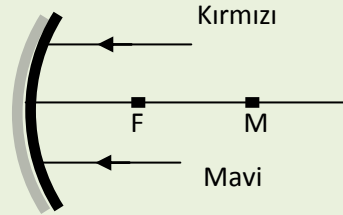
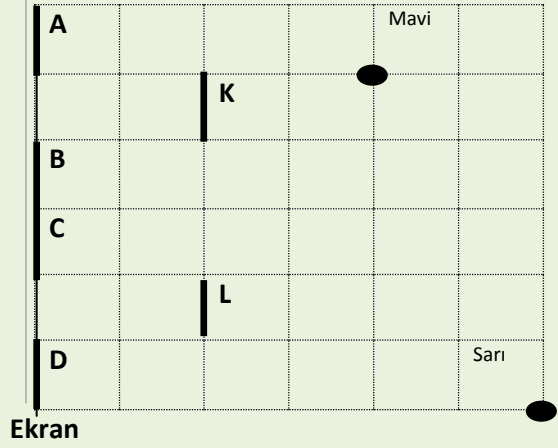
Y Filtresinin arkasında bulunan gözlemci hangi renkleri gözlemler? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....



Ek 4: Kazanımlar

KAZANIMLAR

Denel Süreçler	Konu	Kazanım
1. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> Işığın yansımısı 	1. Işığın yansımısıyla ilgili olarak öğrenciler; 1.1. Yansıma olayını ve yansımanın elemanlarını deney yaparak keşfeder. 1.2. Yansıma kanunlarını deney yaparak keşfeder. 1.3. Düzgün ve pürüzlü yüzeylerde yansımayı deney yaparak keşfeder. 1.4. Bazı maddelerin saydamlığını sorgular.
	<ul style="list-style-type: none"> Görüş alanı 	2. Düzlem aynada Görüş alanıyla ilgili olarak öğrenciler; 2.1. Düzlem aynada görüş alanını deney yaparak keşfeder.
	<ul style="list-style-type: none"> Düzlem aynada görüntü 	3. Düzlem aynada görüntü ve özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler; 3.1. Düzlem oluşan görüntünün özelliklerini deney yaparak keşfeder. 3.2. Yansıma sonucu görüntünün oluştuğunu açıklar.
2. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> Küresel aynalarda özel ışınlar 	4. Küresel aynalarda özel ışınlar konusuyla ilgili olarak öğrenciler; 4.1. Küresel aynaların odak noktasını ve merkezini deney yaparak keşfeder. 4.2. Küresel aynalarda yansıyan özel ışınların her biriyle ilgili deney tasarlayıp sonuçlarını çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar. 4.3. Küresel aynaların bir arada olduğu bir optik sistem deneyi tasarlar.
	<ul style="list-style-type: none"> Küresel aynalarda görüntü 	5. Küresel aynalarda görüntü ve özellikleri konusuyla ilgili olarak öğrenciler; 5.1. Çukur aynanın asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerinin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder. 5.2. Tümsek aynanın asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerinin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.
3. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> Merceklerde özel ışınlar 	6. Merceklerde özel ışınlar konusuyla ilgili olarak öğrenciler; 6.1. Merceklerin odak noktasını ve merkezini deney yaparak keşfeder. 6.2. Merceklerde yansıyan özel ışınların her biriyle ilgili deney tasarlayıp sonuçlarını çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar. 6.3. Merceklerin bir arada olduğu bir optik sistem deneyi tasarlar.

3. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> • Merceklerde görüntü 	7. Merceklerde görüntü ve özellikleri konusuyula ilgili olarak öğrenciler; 7.1. Yakınsak merceğin asal eksenı üzerindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder. 7.2. İraksak merceğin asal eksenı üzerindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.
4. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> • Işığın kırılması 	8. Işığın kırılmasıyla ilgili olarak öğrenciler; 8.1. Kırılma olayını ve kırılmanın elemanlarını deney yaparak keşfeder. 8.2. Kırılma kanunlarını deney yaparak keşfeder. 8.3. Paralel yüzlü prizmada sapma miktarını deney yaparak hesaplar. 8.4. Paralel yüzlü prizmada sınır açısına bağlı olarak tam yansımayı çizim ve yazı yöntemiyle açıklar. 8.5. Üçgen prizmada kırılma deneyi tasarlayarak sınır açısını tespit eder. 8.6. Üçgen prizmada tam yansımayı çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar. 8.7. Küresel prizmada kırılma deneyi tasarlayarak normal belirleyerek sınır açısını hesaplar. 8.8. Küresel tam yansımayı çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar. 8.9. Günlük hayatta ışığın kırılması sonucunda meydana gelen bazı doğal olayları fark eder.
5. Denel Süreç	<ul style="list-style-type: none"> • Işığ ve renkler 	9. Işığ renkleriyle ilgili olarak öğrenciler; 9.1. Beyaz ışığın prizmadan geçerken renklere ayrıştığını deney düzenleyerek keşfeder. 9.2. Beyaz ışığın prizmadan geçerken ayrışması sonucu oluşan renklerin kırılma indislerini gözlemler. 9.3. Işığın birincil ve ikincil renklerini deney yaparak keşfeder. 9.4. Işığ renkleri ile boya renklerinin farklı olduğunu açıklar. 9.5. Beyaz ışığı oluşturan tamamlayıcı renkleri deney yaparak keşfeder. 9.6. Ardışık ışığ filtrelerinden geçen ışığın aldığı rengi deney yaparak keşfeder. 9.7. Cisimlerin nasıl renkli görüldüğünü açıklar.

Ek 5: Ders Planları

Ek 5.1. Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü Konusuyla İlgili Ders Planı**BÖLÜM 1**

Dersin Adı	Genel Fizik Laboratuvar III
Konu	Işığın yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü
Süre	60+60 dk.

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>1. Işığın yansımasıyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>1.1. Yansıma olayını ve yansımanın elemanlarını deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.2. Yansıma kanunlarını deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.3. Düzgün ve pürüzlü yüzeylerde yansımayı deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.4. Yansıma sonucu görüntünün oluştuğunu açıklar.</p> <p>1.5. Bazı maddelerin saydamlığını sorgular.</p> <p>2. Düzlem aynada görüntü ve özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>2.1. Düzlem aynada görüş alanını deney yaparak keşfeder.</p> <p>2.2. Düzlem oluşan görüntünün özelliklerini deney yaparak keşfeder.</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Işık, yansıma, düzgün yansıma, dağınık yansıma, görüş alanı, görüntü.
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, soru cevap, grup çalışması, düz anlatım.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Oluklu mukavva, beyaz kağıt, cam levha, ışık kaynağı, alüminyum folyo, aynalar, cetvel, açtölçer, milimetrik kağıt, toplu iğne, kalem, kibrit, 2 adet mum. Işığın Yansıması ve Düzlem Aynada Görüntü konusuna ilişkin öğretim materyali.

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri

Giriş

Dersin başlangıcında öncelikle öğrencilere öğretim materyalleri dağıtılır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla, materyalin giriş kısmında yer alan aşağıdaki hikâye kesiti öğrencilere okutularak hikâye kesitiyle ilgili soruları cevaplamaları istenir(1.1-1.4).

Uzun Gölün batı yakasına kendini saklayan Karakaya, başka hiçbir yerde resmini ele vermezdi. Kimisi gölün kıyısında yürümeyi sever, kimisi de suya çakıl taşlarını yuvarlamayı. Ben ise batı yakasında Karakaya dağının göldeki resmini izlemeyi severdim. O ürkütücü dağ gölün yüzeyinde korkudan tır tır titrediydi. "Siğ sulara yenilen Karakaya, başın ne kadar dik olsa da güçsüzsün sen" diyip gülüp geçerdim.



Hikâye kesitine uygun bir şekilde aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- Gölün yüzeyindeki görüntü nasıl oluşur?
- Niçin dağın görüntüsü sadece gölün batı yakasında suyun yüzeyinde görülebiliyor?
- Oluşan görüntü neden hareket ediyor?

Öğrencilerin ön bilgileri sorgulandıktan sonra öğrencilerin yansıma elemanlarını ve yansıma kanunlarını keşfedebilmeleri amacıyla öğretim materyalinde yer alan "Etkinlik I: Yansıma Kanunları" etkinliği gerçekleştirilir (1.2).

Görüntü (İğne)

Cisim (İğne) **Normaler** **Ayna** **Göz**

Yönerge

1. Oluklu mukavva kağıt üzerine beyaz kağıdı seriniz.
2. Beyaz kağıdın ortasına düzlem ayna yerleştiriniz.
3. Aynanın yerini kağıt üzerinde çiziniz.
4. Ayna önünde herhangi bir yere K toplu iğnesi ve farklı A, B, C noktalarına toplu iğneler batırınız.
5. Aynaya bakarak elinize başka bir toplu iğne alarak K iğnesinin görüntüsü olan K', A iğnesi ve elinizdeki iğnenin aynı doğrultuda olacağı noktaya elinizdeki iğneleri batırınız. Bu batırdığınız iğne A' iğnesi olacaktır. Benzer olarak B' ve C' iğnelerini batırınız.
6. Aynayı kaldırarak, K'AA', K'BB' ve K'CC' doğrularını çiziniz.
7. L, M, N noktalarını işaretleyerek normaller çiziniz.

Deney sırasındaki gözlemlerinize uygun bir şekilde aşağıdaki soruları cevaplayınız.

✓ Gelme ve yansıma açılarını belirterek açısal hesaplamaları yapınız.

Deneme	1	2	3
Gelme açısı			
Yansıma açısı			

✓ Bütün bu doğruların kesişim alanı bize neyi ifade etmektedir?

Keşfetme

Daha sonra öğrencilerin düzgün ve dağınık yansıma konularını keşfedebilmeleri için "Etkinlik II: Düzgün ve Dağınık Yansıma" etkinliği gerçekleştirilir (1.3).

Etkinlik II: Düzgün ve Dağınık Yansıma

Araç-gereçler: Beyaz kağıt, ışık kaynağı, iki adet kare şeklinde kesilmiş alüminyum folyo, cetvel, kalem. (Düz ve buruşuk folyo)

• Dört farklı gruba ayırılma ve aşağıdaki yönergeyi takip ederek deneyi gerçekleştirilelim. Elde ettiğimiz sonuçları grup arkadaşlarımızla tartışalım.

Beyaz kağıt **Folyo** **Mercek** **Işık kaynağı** **Lamba**

Yönerge

1. Masanın üzerine beyaz kağıdı seriniz.
2. Işık kutusunu ve merceği şekildedeki gibi beyaz kağıdın üzerine yerleştiriniz.
3. Alüminyum folyoyu buruşuk şekilde ışığın yoluna 10 cm uzaklığa çapraz bir şekilde yerleştiriniz.
4. Işık ışıklarının aldığı yolları gözlemleyiniz.
5. Aynı işlemi düz folyo ile gerçekleştirerek gözlemlerinizi tartışınız.

Öğrencilerin düzlem aynada görüş alanı konusunu keşfedebilmeleri amacıyla “Etkinlik III: Düzlem Aynada Görüş Alanı” etkinliği gerçekleştirilir (2.1).

Etkinlik III: Düzlem Aynada Görüş Alanı

Araç-gereçler: Oluklu mukavva, milimetrik kâğıt, düzlem ayna, beyaz bant, toplu iğneler, cetvel, kalem

- Dört farklı gruba ayırılıp ve aşağıdaki yönergeyi takip ederek deneyi gerçekleştirilir. Elde ettiğiniz sonuçları grup arkadaşlarınızla tartışılır.

Yönerge

- Milimetrik kâğıdı oluklu mukavva üzerine seriniz. Çizilen yüzey üzerine düzlem aynayı yerleştiriniz. Aynanın önünde ayna doğrularına paralel çizgi üzerinde 3-5 cm aralıklı 10-15 kadar toplu iğne batırınız.
- Ayna önünde üç farklı bakış noktası G₁, G₂, G₃ belirleyerek aynada görebildiğiniz iğneleri kaydediniz.
- G₁ noktasının aynaya göre simetrisi G₁' den aynanın kenarlarına teğet olan doğruları çizin. Bu doğruların aynada görüntülerini görebildiğiniz iğnelere bir-etki var mıdır? Daha sonra G₂ sabit bir bakış noktası belirleyip farklı boyda aynalar kullanarak görebildiğiniz iğneleri tespit ediniz.
- Aynanın boyu görüş alanını etkiledi mi?

Deney sırasında gözlemlerinizi aşağıdaki tablolara kaydediniz.

✓ Aynanın boyutu sabit		✓ G ₁ 'in yeri sabit	
G ₁ 'in yeri	Görülen iğneler	Aynanın boyutu	Görülen iğneler

Keşfetme

Öğrencilerin Düzlem Görüntü ve Özellikleri konusunu keşfedebilmeleri amacıyla ise “Etkinlik IV: Düzlem Görüntü ve Özellikleri” etkinliği gerçekleştirilir. (2.2).

Etkinlik IV: Düzlem Aynada Görüntü ve Özellikleri

Araç-gereçler: 2 adet mum, cam levha, kibrit, cetvel, kalem

- Dört farklı gruba ayırılıp ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışılır.

Yönerge

- Beyaz mukavvayı zemine seriniz.
- Şekildeki gibi düzeneği tamamlayınız.
- Yakılan mum tarafından camın içine bakılarak, mumların görüntüleri çıkarınız.
- Cam veya yanık mum hareket ettirilerek, yanmayan mum yanıyormuş gibi görüldüğünde yanık mum, yanmayan mum ve cam levhanın konumlarına ilişkin referans noktalarını belirleyiniz.
- Yanık mumun levhaya uzaklığı ile yanmayan mumun levhaya olan uzaklığı karşılaştırınız.

Deney sırasında gördüklerinizi çizim yaparak açıklayınız.

Çizim Alanı

.....

.....

.....

.....

Açıklama

Öğrencilerden yapmış oldukları Etkinlik I, Etkinlik II, Etkinlik III, Etkinlik IV sonucunda keşfettikleri kazanımları grup içerisinde tartışmaları istenir. Daha sonra etkinlikler sonucu edindikleri kazanımlara ilişkin kısa bir soru cevap yapılır. Konuyla ilgili anlayamadıkları noktalarda öğrencilere rehberlik yapılır.

Derinleştirme

Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım

- Dersin giriş kısmında okuduğunuz hikâye kesitinde Uzun Gö'ün yüzeyinde Karakaya Dağ'ının görüntüsünün oluştuğu belirtilmişti. Bu duruma benzer bir şekilde yağmur yağdıktan sonra oluşan su birikintilerine doğru açıyla baktığınızda su birikintisinin yüzeyinde kendi görüntünüzü görebilirsiniz. Diğer yandan ışığı geçiren maddelere saydam madde denildiğini biliyorsunuz. Bu bağlamda grup olarak suyun saydam durumunun ispatına yönelik basit bir etkinlik geliştiriniz?

.....

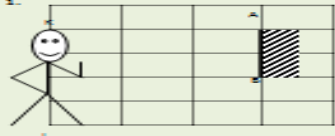
.....

.....

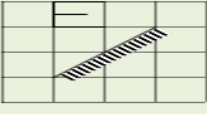
En sonda ise öğrenilenlerin değerlendirilmesi amacıyla öğrencilerin materyalin sonunda yer alan soruları cevaplandırmaları istenir.

Değerlendirme

Aşağıdaki Soruları Cevaplandırınız.

1. 


2. Aynı büyüklükteki kendine eşitlen düzlem üzerine yansıyan ışınlar gösterilmiştir. Buna göre ışınlardan hangileri C noktasındaki kayma ile pikme olabilir? Doğru olanları işaretleyiniz.

3. 

KL uzunluğunda bir kişi AB aynesinde kendi boyunun bir kısmını görebilmektedir. Kendi boyunun tamamını aynede görebilmek için aşağıdaki değişikliklerden hangisi yapılmalıdır?

- KL kişinin aynaya yaklaşması
- Aynayı B noktasında döndürmek
- Aynanın boyunu artırmak

Cevap:



Aynı büyüklükte eşitlen düzlem üzerine yansıyan ışınlar gösterilmiştir. Buna göre ışınlardan hangileri C noktasındaki kayma ile pikme olabilir? Doğru olanları işaretleyiniz.

.....

BÖLÜM 4

Dersin diğer ders ve Optik öğretimiyle ilgili diğer konularla ilişkisi	Dersler: Geometri, Matematik, Resim. Optik konuları: Işığın kırılması konusuna da “Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım” başlığı altında değinilmiştir.
Planın uygulanmasına uygun açıklamalar	Ders planı 120 dakikalık sürede işlenmiştir. Ancak dersin 150 dakikada gerçekleştirilmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Ek 5.2. Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Görüntü Konusuyla İlgili Ders Planı**BÖLÜM 1**

Dersin Adı	Genel Fizik Laboratuvar III
Konu	Küresel Aynalarda Özel Işıklar ve Görüntü
Süre	60+60 dk.

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>8. Küresel aynalarda özel ışıklar konusuyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>8.1. Küresel aynaların odak noktasını ve merkezini deney yaparak keşfeder.</p> <p>8.2. Küresel aynalarda yansıyan özel ışıkların her biriyle ilgili deney tasarlayıp sonuçlarını çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar.</p> <p>8.3. Küresel aynaların bir arada olduğu bir optik sistem deneyi tasarlar.</p> <p>9. Küresel aynalarda görüntü ve özellikleri konusuyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>9.1. Çukur aynanın asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerinin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.</p> <p>9.2. Tümsek aynanın asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerinin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Çukur ayna, tümsek ayna, yansıma, görüntü, asal eksen, odak noktası, merkez, tepe noktası, optik sistem.
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, soru cevap, grup çalışması.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Çukur ayna, tümsek ayna, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, cisim(ok), metreli kızak, ayaklık, levha.

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri	
Giriş	Dersin başlangıcında öncelikle öğrencilere öğretim materyalleri dağıtılır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla, materyalin giriş kısmında yer alan aşağıdaki günlük kesitini okumaları istenir.

Giriş

Sevgili günlük;
Dün sana dişimin ağrısından bahsetmiştim. Gece ağrıdan uyuyamadığım için hastahaneye gitmeye karar verdim. Evden çıktım ve Döldüle bindim. Biraz ilerledikten sonra Döldülün yan aynalarının ayarsız olduğunu farkettim. Direksiyonun yanındaki kollardan aynaların ayarını yaparken bir şey farkettim. Yan aynalarda çok uzaktaki araçları bile daha yakın ve net görebiliyordum. Söğütü kavşağına geldiğimde belediyenin yol çalışmasından dolayı sokak lambaları yanmıyordu ve Döldülün farlarını yaktım. Farlar da tıpkı sokak lambaları gibi yolu çok iyi aydınlatıyorlardı. Acaba sokak lambaları ve farlar ışığı nasıl oluyordu da o kadar uzağa yansıtabiliyorlardı. Sonra hastaneye vardım. Doktorun odasına girdiğimde doktor elindeki demir yüzü parlak aletle hastanın dişlerini izliyordu. Bu alet Döldülün yan aynaları gibi görüntüyü daha da netleştiriyordu. Dişimi çektirip eve döndüğümde merak ettiğim bu durumları internetten araştırdım. Biliyormusun sevgili günlük demek ki arabaların yan aynaları, araç farları, sokak lambaları, dişçi aletlerinde farklı türden aynalar kullanılıyormuş. Yarın görüşmek dileğiyle...

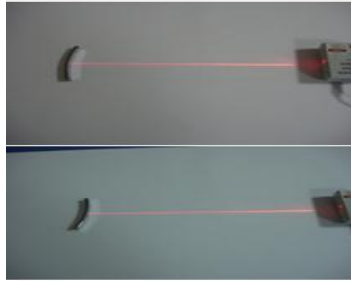


Öğrencilerin ön bilgileri sorgulandıktan sonra öğrencilerin Küresel aynalarda yansıma konusunu keşfedebilmeleri amacıyla öğretim materyalinde yer alan “Etkinlik I: Küresel aynalarda özel ışınlar” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve açıklamaları tamamlamaları istenir (1.2).

Etkinlik I: Küresel Aynalarda Özel Işınlar

Araç-Gereçler: Çukur ayna, tümsek ayna, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt.

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

- Çukur aynayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
- Çukur aynada asal eksen belirleyiniz.
- Çukur aynanın tepe noktası, odak noktası ve merkezini tespit ediniz. İşlemlerinizi sırasında cetvel ve açıölçer kullanınız.
- Çukur aynada gelen ışının aşağıdaki durumlarda aynadaki yansıma şekillerini gözlemleyin ve çiziniz.
 - ✓ Asal eksene paralel olması durumunda
 - ✓ Merkezden geçmesi durumu
 - ✓ Gelen ışının odaktan geçmesi durumu
 - ✓ Gelen ışının tepe noktasına belirli bir açıyla gelmesi durumunu
 - ✓ Gelen ışının herhangi bir şekilde aynaya düşmesi durumu
- Aynı işlemleri Tümsek ayna için yapınız ve çizimleri tamamlayınız.

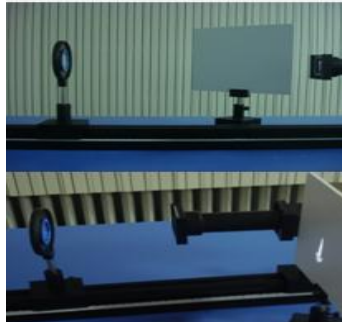
Keşfetme

Daha sonra öğrencilerin Küresel aynalarda görüntü ve özellikleri konusunu keşfedebilmeleri için “Etkinlik II: Küresel aynalarda Görüntü ve Özellikleri” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve açıklamaları tamamlamaları istenir (2.1.-2.2.).

Etkinlik II: Küresel Aynalarda Görüntü ve Özellikleri


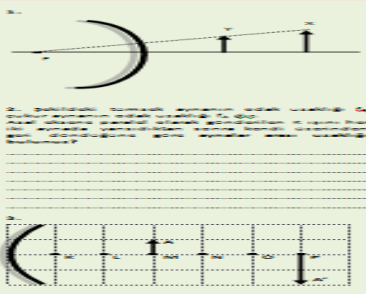
Araç-Gereçler: Çukur ayna, tümsek ayna, ışık kaynağı, cisim (ok), Metreli kızak, ayaklık, levha

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

- Şekillerdeki gibi deney düzenekleri kurunuz.
- Çukur aynayı kaydırarak görüntüyü levhaya düşürünüz. Çukur aynanın merkezini ve odak noktasını tespit ediniz.
- Cisim cismin aşağıdaki konumlardaki görüntüsünün yerini ve özelliklerini tespit ederek çizim yapınız.
 - ✓ Cismin merkezde olma durumu
 - ✓ Cismin merkezden dışında olma durumu
 - ✓ Cismin odakta olma durumu
 - ✓ Cismin odak ile merkez arasında olma durumu
 - ✓ Cismin odak ile tepe noktası arasında olma durumu
- Aynı durumları çukur aynada da uygulayınız ve gözlemlerinizi çizim yaparak açıklayınız.

<p>Açıklama</p>	<p>Öğrencilerden yapmış oldukları Etkinlik I ve Etkinlik II, sonucunda keşfettikleri kazanımları grup içerisinde tartışmaları istenir. Daha sonra etkinlikler sonucu edindikleri kazanımlara ilişkin kısa bir soru cevap yapılır. Konuyla ilgili anlayamadıkları noktalarda öğrencilere rehberlik yapılır.</p> <p>Öğrencilerin edindikleri bilgileri derinleştirebilmeleri için öğretim materyalinde yer alan “Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım” etkinli çatısı altında öğrencilerin suyun saydam madde oluşunun ispat edilmesine yönelik basit bir etkinlik tasarımları istenir (2.3).</p>				
<p>Derinleştirme</p>	<p style="text-align: center;">Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım</p> <p>✓ İçerisinde çukur ve tümsek bulunduğu bir optik sistem düzenleyiniz. Düzenlediğiniz optik sistemde Küresel aynalarda özel ışınlar konusunda basit bir deney tasarlayınız.</p> <p>Tasarladığınız deneyle ilgili olarak aşağıda boş bırakılan yerleri doldurunuz.</p> <p>Araç-Gereçler:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışalım. <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Yönerge</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5. 6. </div> </div> <p style="text-align: center;">Deney sırasında keşfettiğiniz durumları aşağıdaki tabloda çizim şeklinde açıklayınız?</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Çizim</th> <th style="width: 50%;">Açıklama</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </tbody> </table>	Çizim	Açıklama		
Çizim	Açıklama				
<p>Değerlendirme</p>	<p>Dersin sonunda ise öğrenilenlerin değerlendirilmesi amacıyla öğrencilerin materyalin sonunda yer alan soruları cevaplandırmaları istenir.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">Aşağıdaki Soruları Cevaplayınız.</p> <p>1. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım.</p> <p>2. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım.</p> <p>3. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım. Çukur aynanın odak noktası ile merkez noktası arasındaki uzaklığı f olarak alalım.</p> </div> </div>				

BÖLÜM 4

<p>Dersin diğer ders ve Optik öğretimiyle ilgili diğer konularla ilişkisi</p>	<p>Dersler: Geometri, Matematik, Resim.</p>
<p>Planın uygulanmasına uygun açıklamalar</p>	<p>Ders planı 120 dakikalık sürede işlenmiştir. Ancak dersin 180 dakikada gerçekleştirilmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.</p>

Ek 5.3. Merceklerde Özel Işıklar ve Görüntü Konusuyla İlgili Ders Planı**BÖLÜM 1**

Dersin Adı	Genel Fizik Laboratuvar III
Konu	Merceklerde Özel Işıklar ve Görüntü
Süre	60+60 dk.

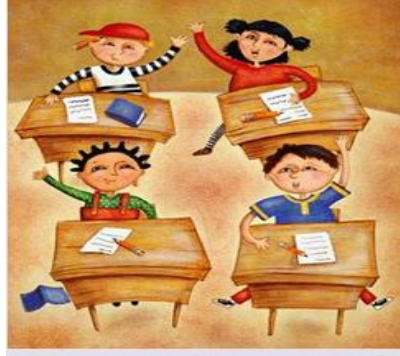
BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>10. Merceklerde özel ışıklar konusuyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>10.1. Merceklerin odak noktasını ve merkezini deney yaparak keşfeder.</p> <p>10.2. Merceklerde yansıyan özel ışıkların her biriyle ilgili deney tasarlayıp sonuçlarını çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar.</p> <p>10.3. Merceklerin bir arada olduğu bir optik sistem deneyi tasarlar.</p> <p>11. Merceklerde görüntü ve özellikleri konusuyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>11.1. Yakınsak merceğin asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.</p> <p>11.2. İraksak merceğin asal eksenindeki cisimlerin konumuna bağlı olarak oluşan görüntülerin yerlerini, büyüklüklerini ve özelliklerini deney yaparak keşfeder.</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Yakınsak mercek, ıraksak mercek, kırılma, görüntü, asal eksen, odak noktası, merkez, optik merkez, optik sistem.
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, soru cevap, grup çalışması, düz anlatım.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Yakınsak mercek, ıraksak mercek, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, cisim(ok), metreli kızak, ayaklık, levha.

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri	
Giriş	Dersin başlangıcında öncelikle öğrencilere öğretim materyalleri dağıtılır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla, materyalin giriş kısmında yer alan aşağıdaki sınıf içi diyalog örneğini okumaları istenir.

Giriş



Mehmet öğretmen: Dikkat, herkes beni dinlesin. Evet güzel. Arkadaşlar bu dersimizde mercekler konusunu işleyeceğiz.

Merve: Öğretmenim ben en arka sırada oturduğum için tahtayı göremiyordum. Geçenlerde annemle doktora gittik ve bana gözlük verdi. Gözlük camları mercek, değil mi?

Mehmet öğretmen: Evet Merve. Bazı gözlüklerin camları mercek özelliği gösteriyor.

Uğur: Öğretmenim dedem gazete okurken gözlük takıyor ve bana yakını göremediğini söyledi. Onun taktığı gözlükler Merve'nin gözlüklerinden farklı mı?

Mehmet öğretmen: Arkadaşlar sessizce dersti dinleyelim... Evet onun kullandığı gözlüklerdeki mercekler merve'nin kullandığı gözlükteki merceklerden farklı özelliğe sahip.

Zeynep: Öğretmenim yani mercekler farklı özelliklere sahip olabiliyor mu?

Mehmet öğretmen: Evet kızım. Mercekler ince kenarlı ve kalın kenarlı mercekler olmak üzere yapılarına göre iki durumda incelenir. İnce kenarlı ve kalın kenarlı merceklerinde özellikleri farklıdır.

Merve: Öğretmenim peki ince kenarlı veya kalın kenarlı mercekler nasıl yapılır?

Mehmet öğretmen: Kızım, saydam iki kürenin konumlarına göre mercekler yapılır. İnce kenarlı mercekler saydam iki kürenin keşişmesiyle, kalın kenarlı mercekler ise saydam iki kürenin birbirlerine yaklaştırılmasıyla oluşturulur.

Zeynep: Öğretmenim peki bu mercekler özellikleri nelerdir?

Mehmet öğretmen: Haydi birlikte deney sırasında keşfederek öğrenelim.

Öğrencilerin soru cevap yöntemiyle ön bilgileri sorgulanır.

Daha sonra öğrencilerin merceklerde yansıma konusunu keşfedebilmeleri amacıyla öğretim materyalinde yer alan “Etkinlik I: Merceklerde özel ışınlar” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve açıklamaları tamamlamaları istenir (1.1-1.2).

Keşfetme

Etkinlik I: Merceklerde Özel Işınlar



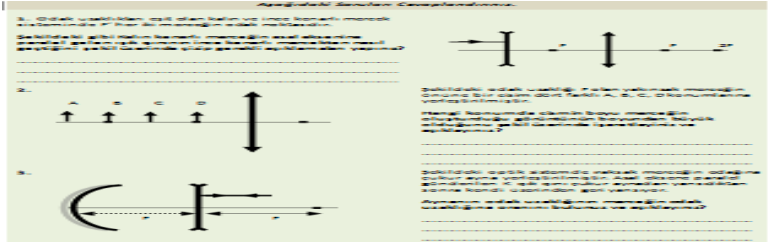
Araç-Gereçler: Yalınsak merceğe, kalınak merceğe, ışık kaynağı, odun, spöngü, boyas kâğıt.

• Dört farklı gruba ayrılmış ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarıyla meydana gelen sonuçları tartışalım.

Yönerge

1. Yalınsak merceği seçtiğinizde ışığı üstünde çizim yapabileceğiniz bir boyas yüzüne baskılayınız.
2. Yalınsak merceğe ışık ışınları ile ilgili olanak aşağıdaki çizimden yapabileceğinizdir.
3. Yalınsak mercekte esas olan bölümlerinizi.
4. Yalınsak merceğin odak noktasını, odak noktasını ve merkezini tespit ediniz.
 - ✓ Odak ışının odak noktasına gelmesi durumu
 - ✓ Asal düzlemsel paralel olması durumu
 - ✓ Odak ışının odak noktasına gelmesi durumu
 - ✓ Merkezden geçmesi durumu
5. Odak ışının herhangi bir şekilde merceğe gelmesi durumlarını gözlemleyip aşağıdaki tabloya gerekli çizimleri yapınız.
6. Yalınsak mercekle ilgili olanak yapma çizimini çizimden tamamlayınız.

Daha sonra öğrencilerin merceklerde görüntü ve özellikleri konusunu keşfedebilmeleri için “Etkinlik II: Merceklerde Görüntü ve Özellikleri” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve açıklamaları tamamlamaları istenir (2.1.-2.2.).

Açıklama	<p style="text-align: center;">Etkinlik II: Merceklere Görüntü ve Özellikleri</p> <p>Araç-Çerçevesi: İraksak merceğe, yakınsak merceğe, ışık kaynağı, cisim (ok), mercekli kutu, aydınlık levha</p> <p>• Dört farklı gruba ayırılmış ve eşajdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarıyla meydana gelen sonuçları tartışalım.</p>  <p style="text-align: right;">Yönerge</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Şekillendirdiği gibi deney düzenekleri kurunuz. 2. Yakınsak merceği kaydırarak görüntüye lübhaya düşürünüz. Yakınsak merceğin merkezi ve odak noktasını tespit ediniz. 3. Cismin eşajdaki konumlarıdaki görüntüsünün yamı ve özelliklerini tespit ederek çizim yapınız.
Derinleştirme	<p>Öğrencilerden yapmış oldukları Etkinlik I ve Etkinlik II, sonucunda keşfettikleri kazanımları grup içerisinde tartışmaları istenir. Daha sonra etkinlikler sonucu edindikleri kazanımlara ilişkin kısa bir soru cevap yapılır. Konuyla ilgili anlayamadıkları noktalar öğrencilere anlatılır.</p> <p>Öğrencilerin edindikleri bilgileri derinleştirebilmeleri için öğretim materyalinde yer alan “Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım” etkinli çatısı altında öğrencilerin yakınsak ve iraksak merceklerde özel ışınlar konusunda bir her iki merceğin de olduğu optik sistem deneyi tasarlamaları istenir(2.3).</p>  <p style="text-align: center;">Deney sonucunda keşfettiğiniz sonuçları eşajdaki tablodaki çizim şeklinde açıklarınız?</p> <p style="text-align: center;">Çizim</p> <p style="text-align: center;">Açıklama</p>
Değerlendirme	<p>Dersin sonunda ise öğrenilenlerin değerlendirilmesi amacıyla öğrencilerin materyalin sonunda yer alan soruları cevaplandırmaları istenir.</p> 

BÖLÜM 4

Dersin diğer ders ve optik öğretimiyle ilgili diğer konularla ilişkisi	Dersler: Geometri, Matematik, Resim.
Planın uygulanmasına uygun açıklamalar	Ders planı 120 dakikalık sürede işlenmiştir. Ancak dersin 150 dakikada gerçekleştirilmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Ek 5.4. Işığın Kırılması Konusuyla İlgili Ders Planı**BÖLÜM 1**

Dersin Adı	Genel Fizik Laboratuar III
Konu	Işığın Kırılması
Süre	60+60 dk.

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>9. Işığın kırılmasıyla ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>9.1. Kırılma olayını ve kırılmanın elemanlarını deney yaparak keşfeder.</p> <p>9.2. Kırılma kanunlarını deney yaparak keşfeder.</p> <p>9.3. Paralel yüzlü prizmada sapma miktarını deney yaparak hesaplar.</p> <p>9.4. Paralel yüzlü prizmada sınır açısına bağlı olarak tam yansımayı çizim ve yazı yöntemiyle açıklar.</p> <p>9.5. Üçgen prizmada kırılma deneyi tasarlayarak sınır açısını tespit eder.</p> <p>9.6. Üçgen prizmada tam yansımayı çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar.</p> <p>9.7. Küresel prizmada kırılma deneyi tasarlayarak normal belirleyerek sınır açısını hesaplar.</p> <p>9.8. Küresel tam yansımayı çizim ve yazı yöntemleriyle açıklar.</p> <p>9.9. Günlük hayatta ışığın kırılması sonucunda meydana gelen bazı doğal olayları fark eder.</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Işığın kırılması, kırılma kanunları, snell bağıntısı, sapma miktarı, sınır açısı
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, soru cevap, grup çalışması, düz anlatım.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Paralel yüzlü prizma, üçgen prizma, küresel prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kağıt, optik kağıt

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri	
Giriş	Dersin başlangıcında öncelikle öğrencilere öğretim materyalleri dağıtılır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla, materyalin giriş kısmında yer alan aşağıdaki analogi örneğini okumaları istenir.

Giriş



Kötü hayaletler, Casper'in boynundaki gümüş kolyenin peşine düşmüşlerdi. Casper kolyeyi onlara vermek istemiyordu. Kovalamaca sırasında birden Casper'in gözüne yakındaki harabe ev ilişti. Kötü hayaletlerden saklanmak isteyen Casper ani bir hareketle duvardan içeri girmeyi başardı. Ancak hayaletlerin kahkahaları kulaklarında çinliyordu. Kolyenin duvardan geçemeyeceği birden aklına geldi. Boynunu kontrol etti. Ne yazık ki kolye kötü hayaletlerin eline geçmişti.

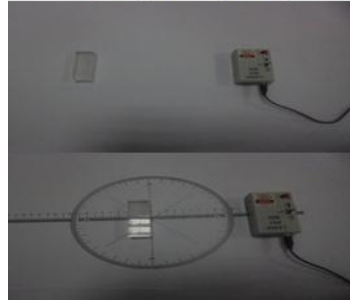
- Yukarıdaki analogi örneğinde Casper ve Gümüş Kolyesinin ışık olduğu düşünülürse;
 - ✓ Casper'in duvardan geçmesi olayına ne denir?
 - ✓ Kolyenin duvarda geçemeyeceği olayına ne denir?
 - ✓ Bu iki olay bir arada gerçekleşebilir mi?

Öğrencilerin ön bilgileri sorgulandıktan sonra öğrencilerin Işığın paralel yüzlü prizmada geçişi konusunu keşfedebilmeleri amacıyla öğretim materyalinde yer alan "Etkinlik I: Işığın paralel yüzlü prizmada kırılması" etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve hesaplamaları tamamlamaları istenir (1.1-1.2-1.3-1.4).

Etkinlik I: Işığın Paralel Yüzlü Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Paralel yüzlü prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kâğıt.

- ✓ Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Paralel yüzlü prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye veya optik kâğıt üzerine bırakınız.
2. Paralel yüzlü prizmaya farklı durumlarda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz. Paralel yüzlü Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısal hesapları yapınız.
3. Kırılma kanunlarını gözlemleyiniz.
4. Ortamların kırıcılık indislerini n_1 ve n_2 bağıntısı yardımıyla bulunuz. ($n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$)
5. Işık ışınının cismi terk edince geliş doğrultusuna paralel hareket edişini gözlemleyip sapma miktarını hesaplayınız. ($X = d \cdot \sin(\alpha - \theta) / \cos \theta$)

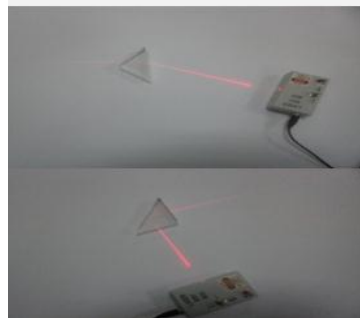
Keşfetme

Öğrencilerin Işığın üçgen prizmada kırılması konusunu keşfedebilmeleri için "Etkinlik II: Işığın üçgen prizmada kırılması" etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve hesaplamaları tamamlamaları istenir (1.5.-1.6.).

Etkinlik II: Işığın Üçgen Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Üçgen yüzlü prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kâğıt.

- ✓ Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Üçgen prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
2. Üçgen prizmaya üç farklı durumda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz.
3. Üçgen Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısal hesapları yapınız.
4. Sınır açısını tespit ediniz.
5. Tam yansımayı tespit ediniz.

Daha sonra öğrencilerin Işığın dairesel prizmada geçişi konusunu keşfedebilmeleri için “Etkinlik III: Işığın dairesel prizmada kırılması” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve hesaplamaları tamamlamaları istenir (1.7.-1.8.).

Keşfetme

Etkinlik III: Işığın Küresel Prizmada Kırılması

Araç -Gereçler: Küresel prizma, ışık kaynağı, cetvel, açıölçer, beyaz kâğıt, optik kâğıt.

✓ Dört farklı gruba ayırılım ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Küresel prizmayı şekillerdeki gibi üzerinde çizim yapabileceğiniz beyaz yüzeye bırakınız.
2. Küresel prizmaya üç farklı durumda ışık ışınları gönderiniz. Kırılmaları gözlemleyiniz.
3. Küresel Prizmada kırılan ışık ışınının cisimden çıkarken ki durumunu inceleyip açısıl hesapları yapınız.
4. Sınır açısını tespit ediniz.
5. Tam yansımayı tespit ediniz.

Açıklama

Öğrencilerden yapmış oldukları Etkinlik I, Etkinlik II ve Etkinlik III sonucunda keşfettikleri kazanımları grup içerisinde tartışmaları istenir. Daha sonra etkinlikler sonucu edindikleri kazanımlara ilişkin kısa bir beyin fırtınası yapılır. Konuyla ilgili anlayamadıkları noktalar tekrarlanır.

Öğrencilerin edindikleri bilgileri derinleştirebilmeleri için öğretim materyalinde yer alan “Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım” başlığı altında okunan bağlamda kırılmayla ilgili doğa olaylarını ve oluş şekillerini tespit etmeleri istenir.

Derinleştirme

Ah geçmiş zaman ah. Erzurum'un Horosan ilçesine bağlı Aksüt köyünde geçen çocukluğumu özler oldum. Ne güzel günlerdi o geçen günler. Her sabah ufuk çizgisinin kızılca olduğu vakitte uyanır iki odadan ibaret, duvarları toprak kerpiçten olan, tavanı ağaç evin, derme çatma penceresinden ufuk çizgisini izlerdim. Herkes sofraya diye çağırın ninemin sesi hala kulaklarımdadır. Dedem kahvaltıda bile çayı kırtlama şekerle içerdi. Ben ise iri şekeri nineme kırdırır çayına katık etmeyi severdim. Aslında tahta kaşığın bardaktaki görünümünü severdim. Parmağımla, kırılmış gibi görünen kaşığı düzeltmeye çalışırdım her defasında.



Kahvaltıdan sonra köy ahali mevsimine göre ekinleri çapalamaya veya sulamaya giderdi. Bizim tarla Körsü deresinin ardındaydı bunun için her gidişimde dedemin ağaçtan yaptığı merdivenvari kırık köprüden geçerdik. Bazen kestirme olsun diye pantolonumuzu sıvazlar dereden geçmeye çalışırdık ama her defasında Körsü galip gelir görünenden daha fazla derinleşir ve ıslatırdı bizi. Güneşin tam tepemizde olduğu vakit mola vaktimizdi. Dedem beni su getirmem için kuyuya yollardı. Bende ısrarla beni kasabaya götürmesen su getirmem derdim. Kasabanın yolları bile farklıydı. Sıcak havada o ziftli yollara bakmayı çok seviyordum çünkü yağmur yağmış gibi görünüyordu. Dedemden söz aldıktan sonra kuyuya giderdim. İşin ilginç yanı her defasında kuyudaki su çok siğ gibi görünse de kovayı daldırınca kova suyun içinde kaybolurdu. Mola bitince çalışmaya devam ederdik. Bazen tarlada çalışınca yağmur yağardı ve dedemin kepeneğinin altına saklanırdım. Yağmurdan sonraki gök kuşağı iliklerime kadar ıslanmışlığı unuttururdu. Dedemle birlikte çalışmayı bırakır ufuk çizgisi kızarıncaya değin gökkuşağını izlerdik. Bana gökkuşağıyla ilgili hikâyeler anlatırdı. Sonra ninemin hazırladığı tarhana çorbasını içmek için eve doğru yola koyulurduk. Keşke zamanı geri alabilecek bir araç olabilseydi de ninemin yaptığı o tarhana çorbasını dedemle birlikte yine kaşıklayabilseydik...

BÖLÜM 4

Dersin diğer derslerle ilişkisi	Dersler: Geometri, Matematik, Resim.
Planın uygulanmasına uygun açıklamalar	Ders planı 120 dakikalık sürede işlenmiştir. Ancak dersin 150 dakikada gerçekleştirilmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Ek 5.5. Işık ve Renkler Konusuyla İlgili Ders Planı**BÖLÜM 1**

Dersin Adı	Genel Fizik Laboratuar III
Konu	Işığın Kırılması
Süre	60+60 dk.

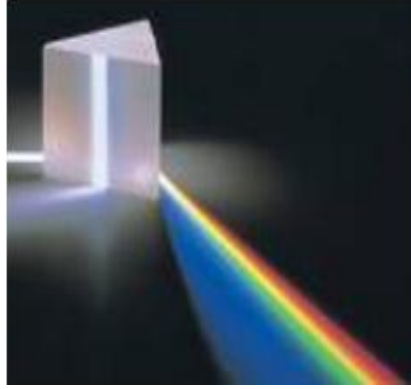
BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları	<p>1. Işık renkleriyle ilgili olarak öğrenciler;</p> <p>1.1. Beyaz ışığın prizmadan geçerken renklere ayrıştığını deney düzenleyerek keşfeder.</p> <p>1.2. Beyaz ışığın prizmadan geçerken ayrışması sonucu oluşan renklerin kırılma indislerini gözlemler.</p> <p>1.3. Işığın birincil ve ikincil renklerini deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.4. Işık renkleri ile boya renklerinin farklı olduğunu açıklar.</p> <p>1.5. Beyaz ışığı oluşturan tamamlayıcı renkleri deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.6. Ardışık ışık filtrelerinden geçen ışığın aldığı rengi deney yaparak keşfeder.</p> <p>1.7. Cisimlerin nasıl renkli göründüğünü açıklar.</p>
Ünite Kavramları ve sembolleri/ Davranış örüntüsü	Renk, Birincil ve İkincil renkler, Renklerin kırıcılık indisleri
Öğretme-Öğrenme Yöntem ve Teknikleri	Yapılandırmacı öğrenme kuramı, 5E modeli, beyin fırtınası, grup çalışması, soru cevap.
Kullanılan Araç-Gereçler ve Kaynaklar	Prizmalar, beyaz ışık kaynağı, tek yarık plaka, metreli kızak, ayaklık, levha, ışın tablası, renk filtreleri.

BÖLÜM 3

Öğrenme etkinlikleri	
Giriş	Dersin başlangıcında öncelikle öğrencilere öğretim materyalleri dağıtılır. Öğrencilerin dikkatlerini çekmek amacıyla, materyalin giriş kısmında yer alan sorular öğrencilere yönlendirilerek beyin fırtınası yapılır.

Giriş



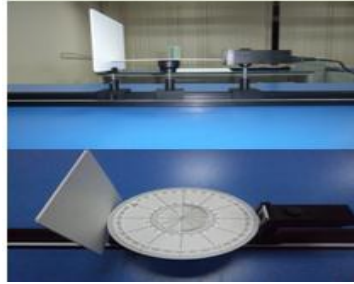
- Işığın rengi nedir?
- Renklerin nasıl oluştuğunu biliyor musunuz?
- Çocukluğunuzda yaz günleri hortumla bahçeyi sularken gök kuşağının oluştuğunu gördünüz mü?
- Gök kuşağının nasıl oluştuğunu biliyor musunuz?

Öğrencilerin ön bilgileri sorgulandıktan sonra öğrencilerin beyaz ışığın renklerine ayrışması konusunu keşfedebilmeleri amacıyla öğretim materyalinde yer alan “Etkinlik I: Beyaz Işığın Renklerine Ayrışması” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerden yönergelerde yer alan soruları cevaplandırmaları istenir (1.1-1.2).

Etkinlik I: Beyaz Işığın Prizmada Renklere Ayrışması

Araç-Gereçler: Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıkla plaka, metreli kızak, ayaklık, levha, ışın tablası.

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

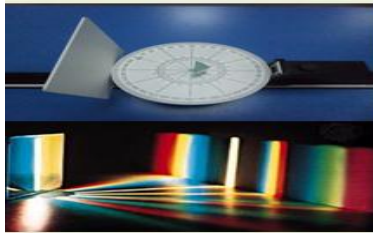
1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıkla plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekillerdeki gibi yerleştiriniz.
4. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek gökkuşağını levha üzerinde belirginleştiriniz.

Keşfetme

Öğrencilerin birincil ve ikincil renkleri keşfedebilmeleri için “Etkinlik II: Işığın renk filtrelerinden geçişi” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve hesaplamaları tamamlamaları istenir (1.3.-1.4.-1.5.).

Araç-Gereçler: Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıkla plaka, metreli kızak, filtreler, levha, ışın tablası.

- Dört farklı gruba ayırılın ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarınızla meydana gelen sonuçları tartışalım.



Yönerge

1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıkla plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekillerdeki gibi yerleştiriniz.
4. Kırmızı ve mavi filtreleri şekillerdeki gibi yan yana yerleştiriniz.
5. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek prizma yardımıyla kırmızı ve mavi renkleri levha üzerinde kesitiriniz.
6. Aynı işlemleri kırmızı + yeşil ve mavi + yeşil filtrelerle gerçekleştiriniz.
7. Gözlemlerinizi sonucunda aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Kırmızı ve mavi renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

- Kırmızı ve yeşil renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

- Yeşil ve mavi renklerin levha üzerinde kesişerek oluşturduğu renk hangisidir?

Daha sonra öğrencilerin Işığın renk filtrelerinden geçişi konusunu keşfedebilmeleri için “Etkinlik III: Işığın renk filtrelerinden geçişi” etkinliği gerçekleştirilir. Bu etkinlik sonucunda öğrencilerin yönergelerde yer alan çizimleri ve hesaplamaları tamamlamaları istenir (1.7.-1.8.).

Keşfetme

Etkinlik III: Işığın Renk Filtrelerinden Geçişi

Araç-Gereçler: Dairesel Prizma, beyaz ışık kaynağı, tek yarıkla plaka, metreli kızak, ayaklık, levha, ışın tablası, renk filtreleri.

- Dört farklı gruba ayırılmalı ve aşağıdaki yönergeyi takip edip deney yaparak grup arkadaşlarımızla meydana gelen sonuçları tartışalım.




Yönerge

1. Işık kaynağını, ışın tablasını ve levhayı metreli kızak üzerinde ayaklıklar yardımıyla şekillerdeki gibi sabitleyiniz.
2. Işık kaynağının ön kısmına tek yarıkla plakayı yerleştiriniz.
3. Prizmayı ışın tablasının üzerine şekildeki gibi yerleştiriniz.
4. Kırmızı ve mavi filtreleri yan yana yerleştiriniz.
5. Işık kaynağını çalıştırıp ışın tablasını çevirerek prizma yardımıyla kırmızı ve mavi renkleri levha üzerinde kesitiniz.
6. Aynı işlemleri kırmızı + yeşil ve mavi + yeşil filtrelerle gerçekleştiriniz.
7. Gözlemlerinizi kaydediniz.

Açıklama

Öğrencilerden yapmış oldukları Etkinlik I, Etkinlik II ve Etkinlik III sonucunda keşfettikleri kazanımları grup içerisinde tartışmaları istenir. Daha sonra etkinlikler sonucu edindikleri kazanımlara ilişkin kısa bir soru cevap uygulaması gerçekleştirilir. Konuyla ilgili anlayamadıkları noktalarda öğrencilere rehberlik yapılır.

Öğrencilerin edindikleri bilgileri derinleştirebilmeleri için öğretim materyalinde yer alan “Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım” başlığı altında saydam maddeleri ışığın kırılması olayı bağlamında tartışmaları sağlanır.

Derinleştirme

Öğrendiklerimizi Bağdaştıralım



✓ Saydam cisimleri nasıl görebiliyoruz?

.....

.....

.....

✓ Suyun rengi var mıdır? Suyu nasıl görebiliyoruz?

.....

.....

.....

BÖLÜM 4

Dersin diğer optik konularıyla ilişkisi	Işığın kırılması
Planın uygulanmasına uygun açıklamalar	Ders planı 120 dakikalık sürede işlenmiştir. Ancak dersin 150 dakikada gerçekleştirilmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Ek 6: Uygulama Fotoğrafları

Ek 6.1: Ölçümlerden İzlenimler

Ek 6.2: Uygulama Süreçlerinden İzlenimler

ÖZGEÇMİŞ

YILDIZ; 18.09.1985 tarihinde Ağrı'nın Merkez ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Ağrı Merkez 100. Yıl İlkokulunda, Orta öğrenimini Ağrı Anadolu Lisesinde tamamladı. 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Ağrı Eğitim Fakültesi Fen ve Teknoloji Öğretmenliği Programına girdi. 2008 yılı haziran döneminde bu programdan mezun oldu. Şubat 2010'da Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsüne bağlı İlköğretim Anabilim Dalında Fen Bilgisi Eğitimi üzerine yüksek lisans programını kazandı. YILDIZ'ın yabancı dili İngilizce'dir.

E-mail: mehmetogrt@hotmail.com